

الألبان

وصحة الأنسان

أ.د.
نادية عبد المجيد أبو زيد



دار الزهـــراء - الرياض
ت: ٤٦٤١١٤٤
ف: ٤٦٥٩٥٣٧


رفع
عبد الرحمن النجدي
أسكنه الله الفردوس
www.moswarat.com

الألبان وصحة الإنسان

تأليف
أ.د / نادية عبد المجيد أبو زيد

دار الزهراء - الرياض
ت: ٤٦٤١١٤٤
ف: ٤٦٥٩٥٣٧

ح دار الزهراء للنشر والتوزيع ، ١٤٣٠هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

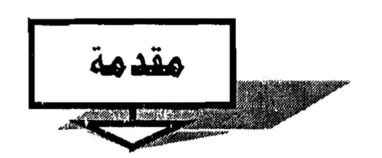
أبو زيد ، نادية
الألبان وصحة الإنسان ./ نادية أبو زيد - الرياض ، ١٤٣٠هـ
٤٩٦ ص ؛ ١٧ × ٢٤ سم
ردمك : ٢ - ٩ - ٨٠٠٥ - ٦٠٣ - ٩٧٨
١ - الأغذية والصحة ٢ - الألبان أ . العنوان
ديوي : ٦١٣٫٢ ١٤٣٠/٤٧١٦

رقم الإيداع : ١٤٣٠/٤٧١٦
ردمك : ٢ - ٩ - ٨٠٠٥ - ٦٠٣ - ٩٧٨

الطبعة الأولى
١٤٣٠هـ/٢٠٠٩م

الرياض - العليا : بين شارعى العليا والضباب ت : ٤٦٤١١٤٤/٦ - ف : ٤٦٥٩٥٣٧
القصيم - بريدة : طريق الملك عبد العزيز ت : ٣٨٥٠٠٤٣ - ف : ٣٨٥٠١٣١
القاهرة - ١٣٤شارع ممدوح سالم خلف أرض المعارض / تليفكس ٢٤٠٤٦٣٢٩
E-mail:ozahraa@yahoo.com/dar_alzahraa@hotmail.com
www.daralzahraa.com.sa





الحمد لله والصلاة والسلام على أشرف المرسلين ، سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم . لقد منّ الله علي بالتوفيق لإنجاز هذا الكتاب الذي أرجو أن يكون مسلكاً في أحد ضروب العلم الكثيرة التي نسعى لتمهيدها للاستفادة منها في تعمير الأرض كما أمرنا المولى سبحانه وتعالى .

وهذا الكتاب يبسط للطالب كثير من المعلومات المتعلقة بتركيب اللبن (المكونات الكبرى للبن من دهون وبروتين وكربوهيدرات) وطرق الاستفادة من هذه المكونات في الصناعات المختلفة وتأثير هذه المكونات على صفات اللبن المختلفة ، كما يتضمن الكتاب أثر العوامل المختلفة على مكونات اللبن .

كما يشتمل الكتاب على الطرق المختلفة لغش اللبن وكيفية الكشف عنها .

ويشتمل الكتاب على الأهمية الغذائية للبن ودوره في تغذية الفئات المختلفة (رضع – حوامل – ناشئين – مرضى) .

والكتاب يتضمن أيضاً الاختبارات المختلفة التي تجرى في مصانع الألبان بهدف التأكد من جودة اللبن ، قبل إدخاله في العمليات التصنيعية المختلفة .

ويتضمن الكتاب تركيب لبن الماعز وتركيب لبن الجمال .

والكتاب يحتوي على التشريعات الخاصة بالأنواع المختلفة من الألبان والقوانين التي تحدد تركيبها .

تعريف اللبن :

اللبن عبارة عن إفراز من الغدة الثديية تفرزه الحيوانات الثديية لتغذية صغارها بعد الولادة بفترة من الزمن .

ويختلف تركيب اللبن في بداية فترة الحليب عن اللبن الطبَيعي ويسمى هذا اللبن السرسوب أو اللبأ Colostrum وأحياناً يفرز السرسوب أيضاً قبل الولادة بفترة . وهذا السرسوب لا يدخل ضمن تعريف اللبن الطبيعي ويتثنى منه .

وقد حدد قسم الزراعة في وزارة الزراعة الأمريكية مع الهيئة التشريعية للصحة العامة تعريف اللبن بأنه الإفراز الطبيعي الخالي عملياً من السرسوب والمتحصل عليه من الحلب الكامل لواحدة أو أكثر من البقرات الصحية والذي يحتوي في تركيبه على ما لا يقل من ٨,٢٥% مواد صلب لا دهنية وما لا يقل عن ٣,٢٥% مواد دهنية .

متوسط تركيب اللبن البقري

المكون	ملجم/ ١٠٠مل
كازين	٢٨٠٠-٣٠٠٠
لاكتالبومين	٣٥٠-٤٥٠
لاكتوجلوبيولين	٥٠
لاكتوز	٤٦٠٠-٤٩٠٠
جلكوز	آثار
دهن	٢٠٠٠-٤٥٠٠
كالسيوم	١٢٠-١٤٠
بوتاسيوم	١٢٠-١٨٠
كلوريد	٩٠-١٢٠
فوسفور	٦٠-٨٠

جدول (١) التركيب الإجمالي للبن بعض الحيوانات الشائع استخدام ألبانها في مصر

نوع الحيوان	ماء٪	دهن٪	لاكتوز٪	كازين٪	بروتينات أخرى٪	رماد٪
البقر	٨٧,٣٢	٣,٧٥	٤,٧٥	٣,٠٠	٠,٤٠	٠,٧٥
الجاموس	٨٢,٢٤	٧,٥١	٤,٧٧	٤,٢٦	٠,٤٦	٠,٧٦
الغنم	٧٩,٤٦	٨,٦٣	٤,٢٨	٥,٣٣	١,٤٥	٠,٩٧
الماعز	٨٣,٣٤	٦,٥٧	٤,٩٦	٣,٦٢	٠,٦٠	٠,٨٤
الجمال	٨٦,٥٧	٣,٠٧	٥,٥٩	٣,٥٩	٠,٤١	٠,٧٧

ويعتبر اللبن من أكثر المواد الغذائية تعقيداً في تركيبه الكيماوي ويحتوي اللبن في تركيبه على مكونات أساسية تسمى المكونات الكبرى وهي موجودة بكميات كبيرة Major constituents وهي الدهن ، البروتين ، والرماد ، وسكر اللاكتوز ، كما يحتوي اللبن كذلك على مكونات صغرى minor constituents وهذه توجد بنسبة ضئيلة جداً ولو أن لها قيمة كبرى من الناحية الغذائية والتصنيعية لا تقل أهمية عن قيمة المكونات الكبرى . وهذه المكونات الصغرى هي الفوسفوليبدات والفيتامينات والأنزيمات والمواد الأزوتية اللابروتينية والغازات .

كما يمكن وصف تركيب اللبن بطريقة أخرى هي أنه يتكون من ماء ويشكل (٨٥%) في المتوسط تقريباً ، وباقي المواد فتدخل في مجموعها تحت ما يسمى بالمواد الصلبة الكلية Total milk solids (T.M.S) أو (T.S) وهذه تشمل مواد اللبن الصلبة فيما عدا الدهن ويطلق عليها Milk solids not fat (M.S.N.F) أو (SNF) . والدهن (M.F) .

والتركيب الإجمالي للبن يمكن أن يكون :

- ٨٧,٣% ماء (تتراوح من ٨٥,٥%-٨٨,٧٪)
- ٣,٩% دهن (تتراوح من ٢,٤% - ٥,٥%)
- ٨,٨% جوامد لا دهنية (تتراوح من ٧,٩% - ١٠%) .

والجوامد اللادهنية تشمل :-

- البروتين:- ٣,٢٥% (¾ كازين) .
- اللاكتوز:- ٤,٦% .
- المعادن ٠,٦٥% وتشمل :-

الكالسيوم،فوسفور ، سترات ، ماغنسيوم ، بوتاسيوم ، صوديوم ، زنك ، كلور ، حديد ، نحاس ، كبريتات ، بيكربونات ، وأملاح أخرى .

- الأحماض:- ١٨% حمض الستريك-الفورمليك - الخليك - الأوكساليك .
- الأنزيمات :- البيروكسيداز - الكتاليز - الفوسفاتيز - الليبيز .
- الغازات :- الأوكسجين - النيتروجين .
- الفيتامينات :- أ،ج،د وثيامين - وريبوفلافين ، وفيتامينات أخرى .

وتستخدم المصطلحات الآتية للتعبير عن تركيب اللبن :

- البلازما = اللبن - الدهن .... (اللبن الفرز) .
- السيرم = البلازما - جسيمات الكازين .... (الشرش) .
- جوامد اللبن اللادهنية (SNF) = البروتين + اللاكتوز + الأملاح + الأحماض+ الأنزيمات + الفيتامينات .
- جوامد اللبن الكلية (T.S)= الدهن+ جوامد اللبن اللادهنية (SNF) .
- وصفات اللبن لا تتحدد بتركيبه فقط ولكن تحدد أيضاً بخواصه الطبيعية .

- ويمكن أن يوصف اللبن على أنه يحتوي على الصور الآتية :

١- مستحلب زيت في ماء حيث حبيبات الدهن تنتشر في الوجه المستمر من السيرم .

٢- معلق غروى للجسيمات الكازين والبروتين الكروى وجزئيات الليبوبروتين .

٣-محلول من اللاكتوز والبروتين والأملاح والفيتامينات والمركبات الأخرى الذائبة .

وبالنظر إلى اللبن تحت الميكروسكوب على قوة التكبير الصغرى (X 5) نجد أنه سائل متجانس ولكن متعكر - وعند قوة تكبير (x 500) نجد أنه يظهر وفيه قطرات مستديرة من حبيبات الدهن - وعند درجة تكبير (50.000X) تظهر جسيمات الكازين .

انظر شكل (١)

Milk Structure

x1 Opaque liquid

x1000 Fat emulsion

fat globules

x10,000 Casein suspension

fat globules

casein micelles

ويمكن بذلك تعريف اللبن تعريف شامل على أنه هو عبارة عن الإفراز الطبيعي للغدد اللبنية والناتج من الحلب الكامل لضرع إناث الحيوانات الثديية السليمة الخالية من الأمراض بعد الولادة وعقب انتهاء فترة الرسوب والمخلوط خلطاً جيداً دون إضافة أو نزع أي شيء منه .

ويعرف اللبن من حيث تركيبه بأنه عبارة عن مستحلب للدهن يوجد في محلول مائي للسكر وبعض الأملاح مع بعض البروتينات الذائبة أما باقي الأملاح ومعظم البروتينات فتوجد فيه في صورة غروية كما توجد الفيتامينات الذائبة في الماء والذائبة في الدهن في صورة مناسبة وكذلك باقي المكونات في الصورة المناسبة لطبيعتها وخواصها .

أولاً : الخواص الطبيعية للبن :-

- **رائحة اللبن :-** للبن الطازج رائحة حيوانية خفيفة واللبن سريع الامتصاص لروائح المحيطة به وخاصة إذا كان دافئاً .

- **طعم اللبن :** يجب أن يكون للبن طعم حلو معتدل خالياً من الأطعمة الملحية أو المرة أو الغريبة عموماً ويعزى طعم اللبن الحلو إلى اللاكتوز ويحتوي اللبن في نهاية موسم الحليب أو الناتج من ضرع مصاب بحمي الضرع على نسبة مرتفعة من الكلور ومنخفض من اللاكتوز فيكون أقل حلاوة ولذلك يجب استبعاد مثل هذا اللبن من مصادر ألبان الشرب .

- **لون اللبن :-** اللبن سائل غير شفاف يختلف لونه من الأبيض في اللبن الجاموسي إلى الأبيض المصفر في اللبن البقري أما لبن الأغنام والماعز فيقارب الجاموسي في اللون أما اللبني الفرز فيكون أقل بياضاً لقلة تركيز الدهن به ويميل للزرقة الخفيفة خصوصاً عند تخفيفه بالماء .

- **قوام ولزوجة اللبن** :- لزوجة اللبن أعلى من لزوجة الماء فتصل إلى ١,٥-١,٧ مرة قوام لزوجة الماء لوجود مواد صلبة .

وللقوام المائي للبن يرجع إلى حالة مرضية للماشية أو إضافة ماء أو لبن فرز أو كليهما كما يشاهد إذا كان اللبن متجانس القوام أو به كتل لبنية ففي حالة وجود كتل تؤخذ بين الأصابع لمعرفة ما إذا كانت هذه الكتل دهنية أو نتيجة إضافة مواد مالئة كالنشا لغش اللبن أو نتيجة زيادة الحموضة .

- **الوزن النوعي للبن** :- يزداد الوزن النوعي للبن بارتفاع نسبة الجوامد اللادهنية بينما يقل بارتفاع نسبة الدهن . ويتراوح الوزن النوعي للبن ما بين :

١,٠٢٦ - ١,٠٣١ بمتوسط ١,٠٢٨ في حالة اللبن البقري .
١,٠٢٨ - ١,٠٣٥ بمتوسط ١,٠٣١ في حالة اللبن الجاموسي .
١,٠٣٦ - ١,٠٤٢ بمتوسط ١,٠٣٩ في حالة اللبن الفرز .

- **معامل انكسار الضوء** :- يبلغ في اللبن الطبيعي ١,٣٤٤ - ١,٣٤٨ وهو أعلى قليلاً من معامل انكسار الماء الذي يبلغ ١,٣٣ ويمكن الاستفادة من هذه الخاصية في الكشف عن غش اللبن بإضافة ماء إليه ويجرى الاختبار على المصل بعد ترسيب البروتين وذلك باستخدام Deeping Refractometer ولا يجرى على اللبن الكامل لأن وجود حبيبات الدهن تعمل على الانعكاس الكلي للأشعة مما لا يجعل في الإمكان أخذ درجة القراءة الصحيحة .

- **درجة غليان اللبن** :- تكون أعلى من درجة غليان الماء لاحتواء اللبن على بروتينات على حالة ذوبان حقيقي قدرها Davis حسابياً فوجد أنها

١٠٠,١٥°م ولكن الملاحظات العملية تشير إلى أنها تعلو هذه القيمة ٠,٤ وبذا تكون درجة غليان اللبن هي ١٠٠,٥ تقريباً .

- **درجة حرارة تجمد اللبن** :- متوسط درجة تجمد اللبن الطبيعي الطازج -٥,٥°م ويعتبر أحد الاختبارات الدقيقة للحكم على غش اللبن ، ولا يجرى هذا الاختبار على اللبن ذو الحموضة المرتفعة لأن الحموضة تؤدي إلى زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة في اللبن وبالتالي تسبب زيادة الانخفاض في نقطة التجمد .

ويمكن تقدير نسبة الماء المضاف بالمعادلة الآتية :

$$\text{نسبة الماء المضاف} = \frac{-٠,٥٥ - \text{درجة تجمد عينة اللبن المغشوش بالماء}}{-٠,٥٥} \times ١٠٠$$

- وجد أن حموضة اللبن الطازج تتراوح ما بين ٠,١٤% - ٠,١١% بمتوسط ٠,١٦% في حالة اللبن البقري وما بين ٠,١٢% - ٠,١٧% بمتوسط ٠,١٥% في حالة اللبن الجاموسي ويجب ألا تزيد درجة حموضة اللبن عن ٠,٣% وعندما ترتفع الحموضة عن ٠,١٨% فكل زيادة مقدارها ٠,٠١% حموضة يقابلها زيادة في انخفاض نقطة التجمد بمقدار ٠,٠٠٣٤°م فيجب عمل التصحيح المناسب بشرط ألا تتعدى حموضة اللبن ٠,٣ % .

ثانياً : **نبذة مختصرة عن التركيب الكيماوي للبن** :-

(١) **الماء** (**Water**) :

اللبن غذاء على حالة سائلة وقد أمدته الطبيعة على هذه الصورة وذلك لأن نسبة الماء به مرتفعة (٨٧% في اللبن البقري ، ٨٣% في اللبن الجاموسي في المتوسط) ويعتبر اللبن في واقع الأمر أنه غذاء مركزاً معداً للنمو

السريع في الحيوانات الرضيعة . كما يحتوي على مواد صلبة أكثر من المواد الغذائية العادية الأخرى . فالماء هو البيئة التي يذوب فيها أو يعلق بها مكونات اللبن (الجوامد الكلية) كما يوجد جزء من الماء مع السكر والأملاح على حالة تأدرت . كما يوجد منه جزءاً متحداً مع البروتينات .

(٢) الدهن (Fat) :

يتكون دهن اللبن من خليط من الجلسرايدات الثلاثية بنسبة ٩٨-٩٩% أما الجزء الباقي فيشمل الفوسفوليبدات الذي يعتبر متميزاً في طعمه كما تضفي نعومة وجودة مذاق Smoothness & Palatability للمنتجات الدهنية المحتوية على الدهن أما الجزء الباقي والذي يتكون من ١-٢% دهن اللبن فيشمل الفوسفوليبدات والاسترولات والكارتيتات والفيتامينات الذائبة في الدهون مثل A,D,E,K وبعض من آثار الأحماض الدهنية الطليقة .

(٣) اللاكتوز (Lactose) :

هذا المكون الثنائي التركيب خاص باللبن ويعتبر مصدر الكربوهيدرات الوحيد تقريباً باللبن ويعتبر السكر هو المادة الصلبة السائدة في اللبن البقرى ماعدا بعض أفراد الأبقار عالية الإدراد والتي قد تدر دهنًا أعلى من السكر ، ومع كل لا تختلف الكمية كثيراً عن المتوسط وهو ٤,٩% .

(٤) البروتينات (Proteins) :

وتتكون بروتينات اللبن من :-

١- الكيزين Casein :- وهو يمثل ٨٠% من البروتين الكلي .

٢- بروتينات الشرش whey proteins :- وهي تمثل ٢٠% من البروتين الكلي .

وتنقسم إلى:- أ - لاكتالبيومين (Lactalbumin) .

ب- لاكتوجلوبيولين (Latoglobulin) .

ويعتبر الكيزين أنه مادة غير متجانسة ويحتوي على ٣ أقسام رئيسية هي:

١- **α- Casein** - وهو يمثل ٦٦% من الكيزين الكلي .

٢- **B- Casein** - وهو يمثل ٢٩% من الكيزين الكلي .

٣- **K- Casein** - وهو يمثل ٥% من الكيزين الكلي .

أما بروتينات الشرش :- ومنها الجزء اللاكتالبيومين يقسم إلى ٣ أقسام :-

أ- **α- Lactalbumin**

- وهو يمثل ٢٢% من بروتينات الشرش .

ب- **B- Lactoglobulin**

- وهو يمثل ٥٩% من بروتينات الشرش.

جـ- **Bovine Serum albumin**

- والذي يعتبر مناظر مع سيرم البيومين (٦%) .

أما جزء اللاكتوجلوبيولين فيتكون من Immune globulins ويشمل الجلوبيولين الحقيقي Euglobulin والجلوبيولين الكاذب Pseudo gbbulin وهما معًا يكونان الـ١٣% الباقية من سيرم البروتينات الكلي .

وتشمل المواد الأزوتية باللبن كذلك أنزيمات اللبن وبعض بروتينات اللبن الثانوية الأهمية والغير معروفة وكذلك مواد من البروتيوزيتون Proteose-Peptone .

(٥) **الرماد** (**Ash**) :

يعتبر رماد اللبن ذو قيمة تحليلية Analytical value ويدل عليه المادة غير المحترقة باللبن وتبقى قيمتها ثابتة في اللبن العادي (حوالي ٠,٧%) .

وتعطي قيمة الرماد فكرة عامة عن محتويات اللبن الكلية من الرماد ولكنها لا تدل على كيفية توزيع المعادن أصلاً باللبن .

العوامل التي تتحكم في تركيب اللبن :

١- نوع الحيوان :

سبق ذكر أن (جدول١) يبين الاختلاف في تركيب اللبن الناتج من الثدييات المختلفة ويلاحظ من الجدول أن اللبن الناتج من الجاموس والأغنام والماعز أعلى في نسبة الدهن والجوامد الكلية من اللبن الناتج عن كلاً من البقر والجمال .

٢- سلالة الحيوان :

يختلف تركيب حليب نفس نوع الحيوان باختلاف سلالة ويرجع ذلك إلى عوامل وراثية خاصة بكل سلالة .

جدول (٢) يوضح الفروق بين السلالات

	ماء	دهن	بروتين	لاكتوز	رماد
فريزيان	٨٧,٧٤	٣,٤	٣,٣	٤,٨	٠,٦٨
شورتهورن	٨٧,٤	٣,٦	٣,٣	٤,٨	٠,٧٣
جرس	٨٥,٤	٥,١	٣,٧	٥,٠٠	٠,٧
البقر المصري	٨٦,٥	٤,٣	٣,٢	٤,٨	٠,٦٨

٣- فردية الحيوان :

داخل النوع الواحد والسلالة الواحدة تختلف الحيوانات في تركيب لبنها من حيث نسبة الدهن والبروتين واللاكتوز وغير هامة المكونات الأخرى الصغرى في اللبن . والجدول التالي يوضح الفرق بين متوسط تركيب اللبن للقطيع وتركيب اللبن لأحد الحيوانات الفردية في القطع وذلك في ألبان الأبقار والجاموس المصري .

جدول (٣) التركيب الإجمالي للبن حيوانات فردية مقارنة بالقطيع

مكونات اللبن	لبن الأبقار (فردية) %	القطيع %	لبن الجاموس (فردية) %	القطيع %
الدهن	٤,٧٥	٤,٢٩	٦,٦٤	٦,٦
M.S.N.F	٩,٢٥	٩,٠٣	٩,٩٢	٩,٨٩
بروتين كلي	٣,٥٥	٣,٢٥	٣,٩٣	٣,٦٦
كازين	٢,٨٢	٢,٧	٣,٢	٣,٢

وتؤثر فردية الحيوان على تركيب اللبن حيث إنها تتأثر بعمر الحيوان وحالته الصحية وطريقة تمثيلية للغذاء وغيرها من العوامل الفردية .

أ- الفصل من النسبة :

تتأثر نسبة الدهن في اللبن باختلاف المواسم المختلفة وكذلك تتأثر نسبة البروتين واللاكتوز والرماد ولكن بدرجة أقل ويعزى ذلك غالباً إلى تغير العليقة والمناخ بين فصول السنة ويعتبر اللاكتوز أقل هذه المواد تأثراً ويحدث النقص في مكونات اللبن المذكورة في الفترة من أواخر الربيع وأوائل الصيف .

ب - عمر الحيوان :

يقل متوسط نسبة الدهن في اللبن قليلاً بتقدم عمر الحيوان ويلاحظ نقص تدريجي في الجوامد غير الدهنية بتقدم السن ويكون النقص في الجوامد اللادهنية أكثر من النقص في نسبة الدهن - ويعزى ذلك إلى النقص الملحوظ في نسبة الكازين واللاكتوز .

جـ - العليقة :

وجد أن التغذية على العليقة الخضراء له تأثيرات إيجابية على تركيب اللبن عن التغذية على العليقة الجافة وعلى الأخص عند زيادة نسبة البروتين أو زيادة الغذاء أو إعطاء مواد مركزة حيث يكون ليس له تأثير على نسبة الدهن ولكن يسبب زيادة في نسبة الجوامد الغير دهنية .

٤- تأثير الفترة من الحليب (مرحلة الحليب) :

تنخفض جميع مكونات اللبن من بروتين كلي (كازين - بروتينات شرش) ودهن ورماد (خصوصاً الكلوريدات) فيما عدا اللاكتوز بتقدم موسم الحليب . فقد وجد أن نسبة البروتين تنخفض من ١٧,٢% في لبن السرسوب بعد الولادة مباشرة إلى ٣,٥% بعد أسبوع من الولادة . كذلك تنخفض نسبة الدهن من ٥,١% إلى ٣,٤% بعد نفس الفترة وتنخفض كمية الرماد من ١,٠١ إلى ٠,٨٤ بينما ترتفع نسبة اللاكتوز من ٢,٢% إلى ٤,٩% بعد نفس الفترة . وقد وجد أن نسبة الجوامد الكلية تنخفض من ٢٧,٣% بعد الولادة إلى ١٢,٢% بعد أسبوع من الولادة على أن نسبة الدهن بعد أن تنخفض بعد عدة أسابيع من الولادة تأخذ في الارتفاع البسيط ثانية ثم تثبت بعد ذلك - كما ترتفع أيضاً نسبة الكلوريدات .

٥- كفاءة الحليب Efficiency of milking :

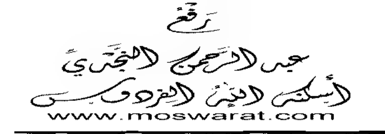
جدول (٤) يبين تغير تركيب اللبن في الحلبة الواحدة باختلاف وقت نزول اللبن من الضرع ففي بداية عملية الحليب تكون نسبة الدهن منخفضة وترتفع تدريجياً بتقدم وقت الحليب ويلاحظ ضرورة إتمام عملية الحليب حتى النهاية وبسرعة وبدون إزعاج للحيوان حتى نحصل على الكمية العالية من

الدهن الموجودة في الكميات الأخيرة - كما أنه يجب أن يكون الحيوان تحت ظروف نفسية هادئة ومنعشة .

(جدول ٤) تأثير وقت نزول اللبن من الضرع على نسبة الدهن

كمية اللبن المحلوب حسب نزوله من الضرع	نسبة الدهن في الكمية %
١٠٠سم٣	١,١
أول لتر	١,٤
ثاني لتر	٢,٠
ثالث لتر	٣,١
رابع لتر	٤,٠
آخر كمية	٧,٦

وفي الصفحات التالية سوف نتناول المكونات الكبرى في اللبن (دهن - بروتين - كربوهيدرات) بشيء من التفصيل .



المكونات الكبرى في اللبن

أولاً : الدهون

هو مجموعة من المواد الطبيعية العضوية لا تذوب في الماء وتذوب في مذيبات خاصة تسمى مذيبات الدهون مثل الإيثير البترولي والكلوروفورم والبنزين وتوجد بها الأحماض الدهنية العالية (أي طويلة السلسلة الكربونية كأحد المكونات الرئيسية .

تقسيم الدهون :

أولاً :١- دهون بسيطة :

تحتوي على كربون وأيدروجين وأكسجين فقط وتقسم إلى :

١- استرات أحماض دهنية مع الجليسرول وتسمى جلبيسريدات ثلاثية .

٢- استرات أحماض دهنية مع كحولات غير الجليسرول وتسمى الشموع ، وكحولها يمكن أن يكون أليفائي أو حلقي متجانس وهو أحادي مجموعة الكربوكسيل .

ثانياً : دهون مركبة :

وهي تحتوي على عناصر أخرى، مثل الفوسفور والنتروجين ، بالإضافة إلى الكربون والهيدروجين والأوكسجين وتقسم إلى :

١- دهون فوسفاتية (الفوسفوليبيدات) : ويوجد منها نوعين :

أ- دهون فوسفاتية جليسرينية :

وهي مشتقة من كحول الجليسرول وفيها يحل حمض الفوسفوريك وقاعدة نتروجينية محل أحد الأحماض الدهنية بالجليسرول .

ب- دهون فوسفاتية سفنجية (السفنجوليبيد) :

وهي مشتقة من كحول السفنجوزين طويل السلسلة والمحتوى على مجموعة هيدروكسيلية ومجموعة أمين وهي تحتوى على حمض الفوسفوريك وتسمى سفنجوميلينات .

٢- **ليبيدات بروتينية proteolipids** وتسمى الليبوبروتين وهي معقد من البروتين والدهن .

٣- **جليكوليبيدات** (دهون كربوهيدراتية) ومشتقة من كحول السفنجوزين ولا تحتوي على الفوسفور وتحتوي حامض دهني وسكرسداسي ومنها السبروزيدات .

ثالثاً : الدهون المشتقة derived lipids :

وهي تضم نواتج التحلل المائي من الأقسام السابقة بالإضافة إلى الستيرويدات steroids والالدهيدات الدهنية والكيتونات والفيتامينات الذائبة في الدهن وتسمى أحياناً بالمكونات الصغرى في دهن اللبن .

والجدول التالي يبين نسب أقسام الدهن المختلفة في ألبان الثدييات .

جدول (٥)

نسب وجود أنواع الليبدات المختلفة في ألبان الثديات

	Amount (wt% of the total lipids)					
Lipid class	Cow	Buffalo	Human	Pig	rat	Mink
Triacylglycerols	97.5	98.6	98.2	96.8	87.5	81.3
Diacylglycerols	0.36		0.7	0.7	2.9	1.7
Monoacylglycerols	0.027		T[a]	0.1	0.4	T[a]
Choesterol esters	T[a]	0.1	T[a]	0.06		T[a]
Cholesterol	0.31	0.3	0.25	0.6	1.6	T[a]
Free fatty acids	0.027	0.5	0.4	0.2	3.1	1.3
Phospholipids	0.6	0.5	0.26	1.6	0.7	15.3

[a].T = Trace amount.

أقسام الدهن :

أولاً : الدهون البسيطة :

أولاً : الجليسيريدات الثلاثية :

معظم تركيب الدهن عبارة عن جليسيريدات ثلاثية حيث تمثل حوالي ٩٥-٩٨% من الدهن - وتوجد نسبة قليلة من الجليسريدات الأحادية والثنائية نتيجة لحدوث تحلل للدهن وتتكون الجليسريدات الثلاثية نتيجة اتحاد جزئ واحد من الجليسرول (كحول ثلاثي الأيدروكسيل) مع ثلاثة جزئيات من الأحماض الدهنية بواسطة روابط إستر كما يلي :

$$\begin{array}{l} CH_2\,OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2\,OH \end{array} + 3\,RCOOH \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R \\ | \\ CH-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R \\ | \\ CH_2-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R \end{array}$$

جلسريد ثلاثي   جليسرول   حامض دهني

ويقسم الجليسريدات الثلاثية إلى :

جليسريدات بسيطة : وفيها تكون الثلاث أحماض دهنية المرتبطة مع الجليسرول من نوع واحد .

جليسريدات مختلطة : وفيها تكون الأحماض الدهنية المرتبطة مع الجليسيرول من نوعين أو ثلاثة أنواع . مثال لـ جليسيريد بسيط :

$$\begin{array}{l} H_2-C-OCOC_{17}H_{35} \\ \quad\;\; | \\ H\;-C-OCOC_{17}H_{35} \\ \quad\;\; | \\ H_2-C-OCOC_{17}H_{35} \end{array}$$

ثلاثي ستيارين أوستيارين

Tristearin

مثال : لجليسيريد مختلط :

$$\begin{array}{l} H_2C - OCO - C_{17}H_{33} \\ \quad | \\ HC - OCO - C_{17}H_{35} \\ \quad | \\ H_2C - OCO - C_{17}H_{33} \end{array}$$

∝ أوليو ∝` - B - بالميتوستيارين

أو ∝ أوليو B ستيارو ∝` بالمتين

أو B ستيارو ∝ - ∝` أوليو بالميتين

التسمية في الجليسيريدات البسيطة :

واضح من التسمية أنه يذكر نوع الحامض مسبوقاً بـ ثلاثي ومنتهياً بـ ين بدلاً من يك في الحامض ويمكن حذف كلمة ثلاثي من التسمية .

التسمية في الجليسيريدات المختلطة :

بدل من يك في الحامض يوضع و فيصبح ستياريك ستيارو وأوليك أوليو أما الحامض الذي في طرف التسمية فيوضع فيه ين بدل يك ويجب أن يشير إلى موضع الهيدروكسيل في الجليسيرول التي لم تصل بها الحامض الدهني ويعبر عن هذه المواضع بمواضع ذرات الكربون التي اتصلت بها مجموعة الهيدروكسيل وهي بالترتيب ∝ ، B ، ∝ ويمكن أن يستعمل بدلها أرقام ١ ، ٢ ، ٣ على التوالي . كما يمكن أن تستعمل يل بدلاً من يك للحامض الغير طرفي فتكون التسمية ∝ أو ليك B ستياريل ∝ بالميتين .

ويمكن للجليسيريدات الثلاثية أن تتحلل مائياً جزئياً لتعطي جليسيريدات ثنائية أو أحادية كما يلي :

$$\begin{array}{l} H_2C\ OCOC_{15}H_{31} \\ \quad | \\ H\ C \\ \quad | \\ H_2\ COCOC_{15}H_{31} \end{array} \qquad \begin{array}{l} H_2 - C - OH \\ \quad\ \ | \\ H - C - OCOC_{15}H_{31} \\ \quad\ \ | \\ H_2 - C - OH \end{array}$$

∝ - ∝` ثنائي بالميتين   B أحادى بالمتين

$$\begin{array}{l} H_2C - OCOC_{17}H_{35} \\ \quad | \\ H\ C - OCOC_{17}H_{35} \\ \quad | \\ H_2C\ OH \end{array} \qquad \begin{array}{l} H_2\text{-}C - OH \\ \quad | \\ H\ C - OH \\ \quad | \\ H_2C - OCOC_{17}H_{35} \end{array}$$

∝ - B ثنائي ستيارين   ∝` أحادي ستيارين

$$\begin{array}{l} H_2\text{-}C - OCOC_{17}H_{35} \\ \quad\ | \\ \ H\ C \\ \quad\ | \\ H_2\text{-}C - COCOC_{15}H_{31} \end{array}$$

∝ - استيارو - ∝` بالميتين

أمثلة لجليسريدات أحادية وثنائية

الأحماض الدهنية :

تنتج الأحماض الدهنية من النشاط الميكروبي في كرش الحيوان وتنتقل إلى الخلايا الإفرازية خلال الدم والليمف كما أنه جزء منها ينتج من التحليل في الخلايا الإفرازية .

والأحماض الدهنية تتكون من سلسلة هيدروكربون ومجموعة كربوكسيلين - ويتراوح عدد ذرات الكربون من ٤-٢٤ ذرة وعدا استثناءات قليلة فجميع الأحماض الدهنية زوجية عدد ذرات الكربون even وربما يرجع ذلك إلى طريقة تخليقها والتي تتم بإضافة ذرتي كربون في كل مرة أثناء زيادة طول السلسلة الكربونية . وتصل نسبة الأحماض الدهنية في دهن اللبن إلى ٨٥% والجليسيرول ١٢,٥% وتنقسم الأحماض الدهنية إلى :

الأحماض الدهنية طويلة السلسلة :

		نسبته في دهن اللبن
مارستيك	$ك_{١٤}$	١١%
بالميتيك	$ك_{١٦}$	٢٦%
ستياريك	$ك_{١٨}$	١٠%
أوليك	$ك_{١٨}$	٢٠%

قصيرة السلسلة (١١%)

بيوتريك	$ك_{٤}$
كابرويك	$ك_{٦}$
كابرليك	$ك_{٨}$
كابريك	$ك_{١٠}$

ويوجد عدد من الأحماض الدهنية شائعة الانتشار وهي :

الأوليك واللينوليك واللينولينيك والأستياريك وجميعها ذات ١٨ ذرة كربون - وحامض البالميتيك والبالميتاوليك وهي ذات ١٦ ذرة كربون وفيما يلي محتوى اللبن من الأحماض الدهنية مقسمة حسب درجة تشبعها .

أولاً : الأحماض الدهنية المشبعة Saturated fatty acids :

لا يوجد بها رابطة زوجية مثل المارستيك ، البالمتيك والاستياريك وهي تشكل ثلثي الأحماض الدهنية الموجودة في اللبن .

الصيغة البنائية لها $C_n H_{2n}H\ COOH$

وتنقسم إلى :

أ- مستقيمة السلسلة الكربونية :

الاسم العادي	الاسم العلمي	الصيغة البنائية
بيوتريك	بيوتانويك	ك يد٣ (ك يد٢)٢ ك أ أ يد
فاليريك	بينتانويك	ك يد٣ (ك يد٢)٣ ك أ أ يد
كابرويك	هيكسانويك	ك يد٣ (ك يد٢)٤ ك أ أ يد
اينانثيك	هيبتانويك	ك يد٣ (ك يد٢)٥ ك أ أ يد
كابريليك	أوكتانويك	ك يد٣ (ك يد٢)٦ ك أ أ يد
بيلاركونيك	نوناويك	ك يد٣ (ك يد٢)٧ ك أ أ يد
كابريك	ديكانويك	ك يد٣ (ك يد٢)٨ ك أ أ يد
لوريك	دوديكانويك	ك يد٣ (ك يد٢)١٠ ك أ أ يد
ميريستيك	تتراديكانويك	ك يد٣ (ك يد٢)١٢ ك أ أ يد
بالميتيك	هيكساديكانويك	ك يد٣ (ك يد٢)١٤ ك أ أ يد
ماركاريك	هبتاديكانويك	ك يد٣ (ك يد٢)١٥ ك أ أ يد
ستياريك	أوكتاديكانويك	ك يد٣ (ك يد٢)١٦ ك أ أ يد
اراكيديك	اليكوسانويك	ك يد٣ (ك يد٢)١٨ ك أ أ يد
بيهينيك	دوكوسانويك	ك يد٣ (ك يد٢)٢٠ ك أ أ يد
ليكوسيريك	تيتراكوسانويك	ك يد٣ (ك يد٢)٢٢ ك أ أ يد
سيروتيك	هيكساكوسانويك	ك يد٣ (ك يد٢)٢٤ ك أ أ يد

ب- متشعبة السلسلة الكربونية :

الاسم العادي	الاسم العلمي	الصيغة البنائية
ايسوفاليريك	———	———

ثانياً : الأحماض الدهنية الغير مشبعة :

أ- أحادية الرابطة المزدوجة monoethanic :

الصيغة البنائية لها $C_n\ H_{2n-1}\ CooH$

الاسم العادي	الاسم العلمي	الصيغة البنائية
كروتونيك	٢-بوتينويك	ك يد٣ ك يد=ك يدأأيد
ميريستاويك	٩-تيترا ديكينويك(سيس)	ك١٣ يد ٢٥ ك أ أ يد
بالميتاوليك	٩-هيكساديكينويك(سيس)	ك١٥ يد٢٩ ك أ أ يد
أوليك	٩-أوكتاد يكينويك(سيس)	ك١٧ يد٣٣ ك أ أ يد
فاكسينيك	١١-أوكتاديكينويك(ترانس)	ك١٧ يد٣٣ ك أ أ يد
كاداوليك	٩-إيكوسينويك(سيس)	ك١٩ ك٣٧ ك أ أ يد
الايروسيك	١٣-دوكوسينويك (سيس)	ك٢١ يد٤١ ك أ أ يد
نرفونيك	١٥-تتراكوسينويك(سيس)	ك٢٣ يد٤٥ ك أ أ يد

ويعتبر حامض الأوليك أكثر الأحماض الدهنية الغير مشبعة تواجد في اللبن - كما يعتبر الوضع سيس (Cis) في المتشابهات الهندسية أكثر شيوعاً في الطبيعة وتقريباً ٥% من الروابط الزوجية فقط توجد في الوضع ترانس (Trans) .

ب- أحماض دهنية ثنائية الروابط المزدوجة Dienoic :

الصيغة البنائية C_nH_{2n-3} CooH

الاسم العادي	الاسم العلمي	الصيغة البنائية
اللينوليك	٩ ، ١٢ أوكتاديكادينويك	ك١٧ يد٣١ ك أ أ يد

ثلاثية الرابطة المزدوجة 9,12,15 - Octadecatrienoic

الصيغة البنائية C_nH_{2n-3} CooH

الاسم	الاسم العلمي	الصيغة البنائية
لينولينيك	٩ ، ١٢ ، ١٥ أكتاديكاترينويك سيس سيس سيس	ك١٧ يد٢٩ ك أأ يد
إليوستياريك	١١، ٩، ١٣ أكتاديكاترينويك سيس سيس سيس	ك١٧ يد٢٩ ك أ أ يد

رباعية الرابطة المزدوجة Tetraenoic :

أراكيدونيك ٥ ، ٨ ، ١١ ، ١٤ إيكوساتيترانويك ك١٩ يد٣١ ك أ أ يد

خماسية الرابطة المزدوجة ويوجد منها حامض واحد :

الاسم العادي	الاسم العلمي	الصيغة البنائية
كلوباندونيك	٤، ٨، ١٢، ١٥، ١٩ دوكاسابيتانويك	ك٢١ يد٣٣ ك أأيد

سداسية الرابطة الزوجية ويوجد منها حامض واحد :

الاسم العادي	الاسم العلمي	الصيغة البنائية
نيسينيك	٤، ٨، ١٢، ١٥، ١٨، ٢١ تتراكوساهيكسانويك	ك٢١ يد٣٣ك أأ يد

وجدول رقم ٦ يبين نسبة الأحماض الدهنية في الجليسريدات الثلاثية .

$$H-\underset{\underset{\displaystyle H-\underset{\underset{\displaystyle H-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{C}}-OH}{|}}{C}-OH}{|}}{\overset{\overset{\displaystyle H}{|}}{C}}-OH$$

Glycerol

$HOOC-CH_2-CH_2-CH_3$

Saturated Fatty Acid (Butyric acid)

Triglyceride:

$H-C(H)-O-C(=O)-R^1$

$R^2-C(=O)O-C-H$

$H-C(H)-O-C(=O)-R^3$

Triglyceride

Trans double bond: $-C(H)(H)-C(H)=C(H)-C(H)(H)-$

Trans double bond

Cis double bond: $-C(H)(H)-C(H)=C(H)-C(H)(H)-$

Cis double bond

Unsaturated

(جدول ٦) نسب الأحماض الدهنية في الجليسريدات الثلاثية أو في الليبيدات الكلية للعديد من الثدييات

TABLE 5
THE PRINCIPAL FATTY ACIDS IN MILK TRIACYLGLYCEROLS OR TOTAL LIPIDS VARIOUS SPECIES

Species	Fatty acid (wt % of the total)												
	4:0	6:0	8:0	10:0	12:0	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	$C_{20}-C_{22}$
Cow	3.3	1.6	1.3	3.0	3.1	9.5	26.3	2.3	14.6	29.8	2.4	0.8	T[a]
Buffalo	3.6	1.6	1.1	1.9	2.0	8.7	30.4	3.4	10.1	28.7	2.5	2.5	T[a]
Sheep	4.0	2.8	2.7	9.0	5.4	11.8	25.4	3.4	9.0	20.0	2.1	1.4	
Goal	2.6	0.9	2.7	8.4	3.3	10.3	24.6	2.2	12.5	28.5	2.2		
Musk-ox	T[a]	0.9	1.9	4.7	2.3	6.2	19.5	1.7	23.0	27.2	2.7	3.0	0.4
Dall-sheep	0.6	0.3	0.2	4.9	1.8	10.6	23.0	2.4	15.5	23.1	4.0	4.1	2.6
Moose	0.4	T[a]	8.4	5.5	0.6	2.0	28.4	4.3	4.5	21.2	20.2	3.7	
Blackbuck antelope	6.7	6.0	2.7	6.5	3.5	11.5	39.3	5.7	5.5	19.2	3.3		
Elephant	7.4	—	0.3	29.4	18.3	5.3	12.6	3.0	0.5	17.3	3.0	0.7	
Human		T[a]	T[a]	1.3	3.1	5.1	20.2	5.7	5.9	46.4	13.0	1.4	T[a]

أولاً : ٢- الشموع :

يعرف الشمع كيميائياً على أنه : استر حمض دهني عالي أي به عدد كبير من ذرات الكربون مع كحول اليفاتي عالي والكحولات عادة أحادية الهيدروكسيل وأحياناً تكون ثنائية الهيدروكسيل .

ثانياً : الدهون المركبة :

ثانياً – ١- دهون فوسفاتية (الفوسفوليبدات) :

ثانياً -١-أ- دهون فوسفاتية جليسرينية :

وهي فوسفوليبيدات مشتقة من كحول الجليسرول فهي عبارة عن استر الجليسرول مع حامض الفوسفوريك وحامضين دهنيين أحدهما مشبع والآخر غير مشبع ويتحد حامض الفوسفوريك مع مجموعة كحولية لبعض القواعد النتروجينية .

```
        H2C-O-CO R1
          |
R2OCO-C      O
          |      ||
        H2C-O-P-OH
                 |
                 H
```

حامض فوسفاتيديك

L-∝ –phosphatidic acid

وذرة الكربون الثانية غير متناظرة ولذلك يوجد منه متجانسان L و D والأول هو الشائع في الطبيعة والأسترة لحامض الفوسفوريك يمكن أن تحدث مع مجموعة (HO) الوسطية فتكون من النوع B إلا أن الشائع هو ∝ .

```
H2 C – O COR1
    |
R2 OCO – C
    |
   H2 C – O – (P)
```

الرمز العام للفوسفوليبيدات

(R_1) حامض دهني مشبع

(R_2) حامض دهني غير مشبع

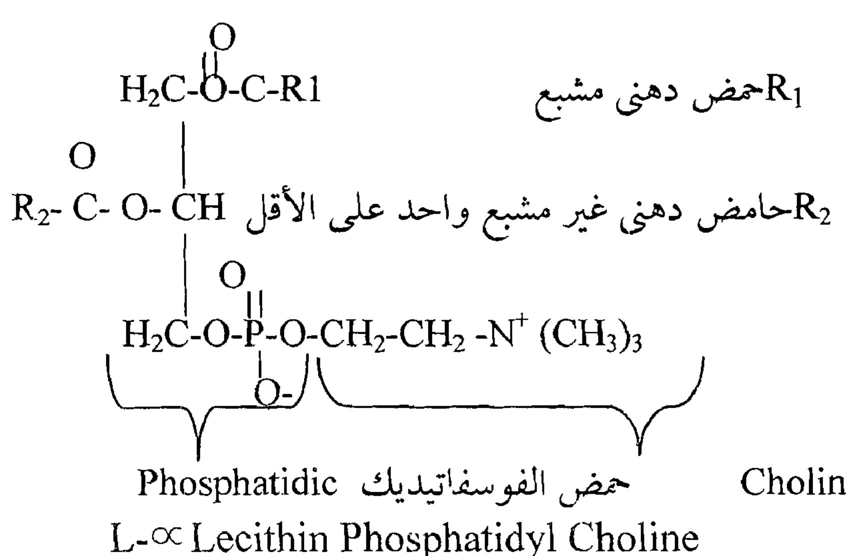
القواعد النتروجينية التي ترتبط مع حامض الفوسفوريك والمركبات الناتجة منها :

١- الكولين Choline وينتج عن ذلك مركب الليسيثين .

٢- السيرين Serine ويدخل في تركيب السفالين Cephaline

٣- ايثانولامين Ethalonlamine يدخل في تركيب نوع آخر من السيفالين .

كما يوجد قواعد أخرى مثل الثريونين والهيدروكسي برولين ومركبات مشابهة للكربوهيدرات في تركيبها الحلقي السداسى الاينوسيتول وفي التسمية يلحق اسم المركب المرتبط مع وحدة الفوسفاتيديل فيقال على الليسثين فوسفاتيديل كولين Phosphatidyl Choline وعلى السيفالين فوسفاتيديل إيثانول أمين أو فوسفاتيديل سيرين (حسب القاعدة النتيروجينية المرتبطة) والليسيثينات مجموعة من المركبات تختلف نتيجة لتنوع الأحماض الدهنية الموجودة بها ومن أهم هذه الأحماض الاستياريك - بالميتيك - والأوليك واللينوليك والمينولينك وأراكيدونك . والليسيثين جامد شمعي عديم اللون .



L-∝ Lecithin Phosphatidyl Choline

ولكنه يتلون باللون الأصفر أو البنى عند تعرضه للهواء والضوء - والليسيثين ضروري لتخليق المركب أستيل - كولين اللازم لنقل الدفعة العصبية والسفالين يحتوي على كمية أكبر من الأحماض الدهنية الغير مشبعة عن الليسيثين وفيما يلي الصيغة البنائية للسفالين :

السيفالين

(Cephalin)

$$H_2C - O - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - R_1$$

$$R_2 - \overset{O}{\overset{|}{C}} - O - CH$$

$$CH_2 - O - \underset{{}^{-}O}{\overset{O}{\overset{\|}{P}}} - CH_2 - CH_2 - NH_3$$

إيثانول أمين Ethanolamine　　　حمض الفوسفاتيديك

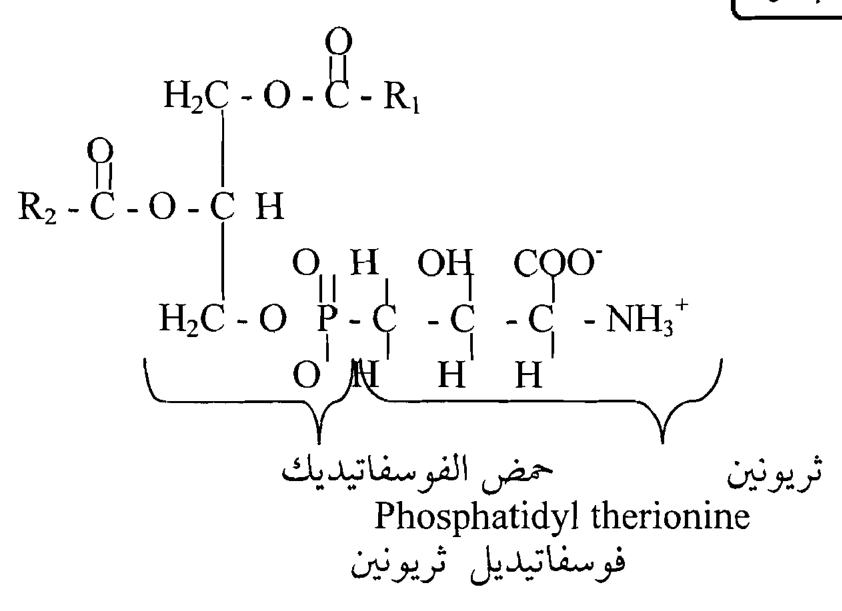
$$H_2C - O - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - R_1$$

$$R_2 - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - O - C\ H$$

$$H_2\,C - O - \overset{O}{\overset{\|}{P}} - \underset{O}{O} - CH_2 - \overset{COO^-}{\overset{|}{C}} - \underset{H}{NH_3}$$

Phosphatidyl Serine

السفالين (Cephalin)



Phosphatidyl therionine
فوسفاتيديل ثريونين

وتحتوي السيفالينات على أحماض دهنية غير مشبعة أكثر من الليسيثينات وأحد أنواع الدهون الفوسفاتية هو البلازما لوجينات Plsmalogens وهي تحتوي على مجموعة ايثرية والدهيد ذو سلسلة اليفاتية طويلة وصيغته كما يلي :

$$CH_2 - O - CH = CH - R$$

$$R_2 - \overset{O}{C} - O \quad C - H$$

$$CH_2 \; - O - \overset{O}{\underset{}{P}} - \underset{O}{O} - CH_2 - CH_2\, N^+\,(CH3)_3$$

بلازما لوجين (وهو نوع من الفوسفاتيديل كولين)

الفوسفوليبدات توجد في دهن اللبن بنسبة صغيرة ورغم ذلك فهي تعتبر عامل هام وحيوي ويكون وجودها أساس في غلاف حبيبة الدهن وفي مادة أنسجة أخرى ويوضح جدول ٧ Table نسب مكونات الفوسفوليبدان في الأنواع المختلفة من الثديات .

جدول (٧) نسب وجود المكونات للفوسفوليبيدات فى دهن الأنواع المختلفة من الثدييات

TABLE 7

THE COMPOSTION OF THE PHOSPHOLIPIDS IN MILK FROM VARIOUS SPECIES

Speceies	Amount (mol % of the total lipid phosphorus)						Reference
	Phosphatidyl-choline	Phosphatidyl-ethanolamine	Phosphatidyl-serine	Phosphatidyl-inositol	Sphingomyelin	Lysophospho-lipids[a]	
Cow	34.5	31.8	3.1	4.7	25.2	0.8	46
Sheep	29.2	36.0	3.1	3.4	28.3		46
Buffalo	27.8	29.6	3.9	4.2	32.1	2.4	46
Goat	25.7	33.2	6.9	5.6[c]	27.9	0.5	47
Camel	24.0	35.9	4.9	5.9	28.3	1.0	46
Ass	26.3	32.1	3.7	3.8	34.1		46
Pig	21.6	36.8	3.4	3.3	34.9		46
Human	27.9	25.9	5.8	4.2[b]	31.1	5.1	46
Cat	25.8	22.0	2.7	7.8[c]	37.9	3.4	47
Rat	38.0	31.6	3.2	4.9	19.2	3.1	43
Guinea-pig	35.7	38.0	3.2	7.1[c]	11.0	2.0	47
Rabbit	32.6	30.0	5.2	5.8[c]	24.9	0.4	47
Mouse	32.8	39.8	10.8	3.6	12.5		48
Mink	52.8	10.0	3.6	6.6	15.3	8.3	30

[a] Mainly lysophosphatidyl choline but also lysophosphatidyl ethanolamine.
[b] Also contains lysophosphatidyl ethanolamine.
[c] Analysis of milk fat globule membrane phospholipids.

من الجدول السابق يتضح مكونات الفوسفوليبيدات ونسب وجودها في ألبان الثدييات المختلفة وعموماً تحتوى الفوسفاليبدات على المركبات التالية : الفوسفاتيديل كوين - الفوسفاتيدل اثيانول أمين - إسفنجوميلين - الفوسفاتيديل اينوسيتول - ليزوفوسفوليبيد .

وبالإضافة إلى هذه المركبات العضوية أثبتت التجارب وجود حامض الفوسفوريك حيث إنه يعتبر أحد مكونات اللبن ويدخل في تركيب الفوسفولبيدات أي أن مصدر حامض الفوسفوريك في اللبن هو الفوسفوليبدات حيث يتحد مع القواعد الأمينية مثل الاتحاد مع قاعدة

الكولين ولكن قد تتحد أحماض أخرى غيره مع القواعد الأمينية ولكنه قد لوحظ أن لبن الأبقار ولبن الجاموس قد لا تحتوي عليه أما لبن الماعز ولبن الأغنام فيحتوي على كميات بسيطة منه .

وقد لوحظ وجود تشابه في نسب مكونات الفوسفوليبدات الخاصة بالأنواع التي ذكرت الجدول - وأن الفوسفاتيدل كولين هو أكبر مكون في مكونات الفوسفاليبدات حيث تصل نسبته إلى ٥٢-٦٠% وهذه النسبة قد تكون ثابتة في جميع الأنواع وقد ظهر استثناء في لبن mink حيث وجدت أشكال أخرى في الفوسفاتيديل كولين للبن البقري ، الفوسفاتيديل ايثانول أمين حوالي ٤% من الفوسفاتيديل إثيانول أمين أما الفوسفاتديل كولين فتصل نسبتها إلى ١,٣% وتكون على شكل بلازما لوجين .

طريقة ارتباط حامض الفوسفوريك بالقواعد الأمينية :

يرتبط حامض الفوسفوريك كالآتي :

يرتبط مع ذرة الكربون الوسطي للجليسرول في المركب سيفالين ، فتعتبر غير نشطة أما القاعدة سفنجوزين في جزئ الأسفنجوميلين فلها مجموعتين من الهيدروكسيل وخلالها يمكن لحامض الفسفوريك أن يرتبط .

أما البلازما لوجين فتعتبر لبيدات في المملكة الحيوانية والتي عند تحللها تعطي الدهيدات ويظهر ثلاث خواص للفوسفوليبدات تجعل من الصعب دراستها .

١- هناك أكثر من نوع من الفوسفوليبدات .
٢- توجد على حالة اتحاد مع البروتين .
٣- ليست ثابتة ضد الأكسجين .

ونظراً لأن الفوسفوليبدات تتركز في غلاف حبيبة الدهن فإنه عند فرز اللبن يوجد ثلث الفوسفوليبيدات في اللبن الفرز والثلثين مع القشدة .

أهمية الفوسفوليبدات :

تفيد في أداء الوظائف البيولوجية وهي :-

عملية تجلط الدم وبعض أنواع التخزين للأحماض الدهنية والفوسفات - مصدر للكولين في الأنسجة العصبية - عنصر أساسي في تركيب الخلية تمثيل ونقل الأحماض الدهنية وتمثيل الصوديوم والبوتاسيوم .

خواص الفوسفوليبيدات :

للفوسفولبيدات خواص مميزة لها وهذه الخواص ناتجة عن طبيعة تركيبها أي المواد الداخلة في تركيبها وهذه الخواص هي :-

١- لا تذوب في الماء وتذوب في مذيبات الدهون .

ولكن يمكن استخدامها لتكون محاليل غرويه أو معلقات ويعتبر الليسثين والسفالين أنها غير محبة للماء hygro-scopic وتذوب عموماً في مذيبات الدهون ولكن هناك شواذ لهذه القاعدة وأهمها أنها تذوب قليلاً في الأسيتون وتستعمل هذه الخاصية لفصل الفوسفوليبدات عن الدهون ، كذلك الأسفنجوميلين تذوب قليلاً في الأثير ، ويفصل السيفالين نظراً لذوبانها المحدود في الكحول ومن المعروف الآن أن الفوسفاتيديل إيثانول أمين تذوب في الكحول ثم تليها الفوسفاتيديل سيرين ثم الأينوسيتول التي تعتبر أقلها ذوبانا في هذا المذيب .

٢- من الناحية الكيميائية تعتبر الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة في الفوسفوليبدات أكثر عرضه للأكسده إذا كانت متحدة بالجليسريدات الثلاثية .

نوع الأحماض الدهنية الغير مشبعة في الفوسفوليبدات :

الأحماض الدهنية الغير مشبعة الموجودة تكون في الوضعين ألفا وبيتا في الجليسرو فوسفوليبيدات للبن وهذا على عكس ذلك الموجود بالمصادر الحيوانية الأخرى والتي تحتوي عادة على الأحماض الغير مشبعة في الوضع ألفا ، كما يغلب وجود الأحماض المشبعة في الوضع بيتا . وتدل الشواهد على أن الأحماض الدهنية الموجودة في الفوسفوليبدات مغايرة لتلك الموجودة في دهن اللبن فلا توجد الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة . كما استدل على وجود كميات وفيرة من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع في الفوسفولبيدات .

ثانياً - ١-ب- دهون فوسفاتية سفنجية :

ويطلق عليها اسم سفنجو مايلين وهي تحتوي بدل من الجليسرول على كحول أميني هو السفنجوزين مرتبط به وحدة من حامض الفوسفوريك ويرتبط مع حامض الفوسفوريك قاعدة نتروجينية هي الكولين - كما يرتبط مع السفنجوزين أحد الأحماض التالية برابطة أميدية .

الليجنوسيريك (Lignoceric) $CH_3 (CH_2)_{22} COOH$

النرفونيك (nerronic)

$CH_3 (CH_2)_7 CH= CH (CH_2)_{13} COOH$

الهيدروكس ستياريك

```
        H
        |
HO -  C - CH = CH - (CH2)12 - CH3
        |
H  -  C  - N - C - (CH2)22  - CH3
        |
        |          O
        |          ||
H  -  C  - O - P - O  - CH2 - CH2 - N+ - (CH3)3
        |          |
        H          O-
```

سفنجومايلين

ثانياً – ٢ – دهون مركبة غير فوسفاتية :

أ- الجليكولبيدات :

وهي أحد أقسام الدهون السفنجية (السفنجوليبيد) حيث يدخل في تركيبها كحول السفنجوزين يرتبط معه سكر الجلكوز وأحد الأحماض الدهنية التالية :

سربرونيك Cerebronic

ليكنوسيريك

نرفونيك Nervonic

أوكسي نرفونيك oxy nervonic

نيور امينيك neur aminic

ومن أنواعها السربروزيد الذي يدخل في تركيبه حامض السربرونيك.

والسيرميد هو أساس تكوين الجليكواليبيد وهو يشتق من قاعدة السفنجوزين ويوجد فى اللبن مركب – glucosyl ceramides , lacrosyl ceramides وتمثل هذه المركبات ٨٨% من المكونات الصغرى الموجودة فى غلاف حبيبة الدهن .

الصيغة البنائية للسربروزيد

H
|
C - CH = CH - $(CH_2)_2$ - CH_3
|
|　　　O
|　　　||
H - C - N - C - $(CH_2)_{22}$ - CH_3
|
O- CH_2

CH_2OH, OH, O, H, OH, H, H, H, OH

المكونات الصغرى في دهن اللبن :

وهي عبارة عن مركبات توجد بنسب صغيرة في دهن اللبن وهي قابلة للذوبان أو الانحلال وعلى الرغم من وجودها بكميات بسيطة إلا أنها تشمل العديد من المكونات التي لها دور هام من الناحية الفسيولوجية للحيوانات الثديية وأهم هذه المكونات :

الجليسروليبيدات والهرمونات - الفيتامينات - المواد المكسبة للنكهة - المواد العضوية .

١- الجليسروليبيدات :

هي أحد المكونات الصغرى التي توجد بكميات بسيطة في دهن اللبن وهي أكثر المكونات الصغرى التي تناولت بالبحث والدراسة حتى أصبحت شائعة وأهم ما يميزها الأحماض العضوية التي تدخل في تركيبها ومكونات الألكيل ، على سبيل المثال نجد أنها تحتوي على حمض اللاكتيك الذي أمكن فصله بواسطةTLC بالإضافة إلى سلسلة من أحماض الدهنية طويلة السلسلة وتوجد على هيئة آثار بسيطة كما تشمل أيضاً على أحماض دهنية سداسية نسبتها تصل إلى ٠,٦١% من الليبيدات الكلية الموجودة في دهن اللبن البقري وتم فصلها بالتحليل الكرموتوجرافي مثل حامض البيروفيك ومشتقات هذه الأحماض . كما تشمل أحماض دهنية B-keto التي فصلت من الزبد بالتحليل الكرموتوجرافي وتصل نسبتها إلى ٠,٤٥ % من المجموع الكلي للمكونات ومشابهاتها - ألكيل داى - جليسرول المتعادلة التى توجد في دهن اللبن البشري بنسبة ٠,٠١% وفي البقري ٠,٠١% ، الماعز ٠,٠٢% وهذه غير مؤثرة على اللبن أي ليس له أي دور في اللبن . كما توجد أثار بسيطة من مشابهات Methoxy substitutes تشبه أشكال الفوسفوليبيدات وقد وجد أن نفس التركيب، يكون موجوداً في لبن الخنازير ولبن الماعز وتميل هذه الكمية إلى الزيادة نوعاً في الـ Clostrum عن مرحلة وسط الحليب فتوجد بنسبة عالية تصل إلى ٣٠% وتكون على شكل سلسلة متفرعة .

٢- الـسيترولات وهرمونـات الـستيرويد : Sterols and Steroidal Hormones :

هي عبارة عن كحولات تشكل ٠,٣% من الـدهن الكلـى وهـي مـن المكونات الصغرى في دهن اللبن ولكنها تكـون جـزء كـبير مـن المـواد الغـير متصبنه في الدهن وهي خاملة أي غير نشطة ومعظمها أي حـوالي ٩٥% منـها عبارة عن كوليسترول ولكن امكن فصل ستيرولات اخرى من اللـبن البقـري وهي تشمل الآتي :

B- sitosterol, lanosterol, dihydrolanosterol, - cholesten, cholestadienne, 7- dehydrolanosterol. Campsteral and stigmasteral

فينانثرين

برهيدروفينانثرين - البنتان الحلقى (ستيرين)

ولها مواصفات خاصة ومميزة لها ومعظمها مشتق مـن مركـب أساسـى هـو فينـانثرين - البنتـان الحلقـى ويحتـوي اللـبن البـشري علـى فيتوسـترول بالإضافة إلى الكوليسترول ولكن نسبة وجوده [تركيـزه] تعتمـد علـى طبيعـة التغذيـــة ومرحلـــة الحليـــب . أمـــا هرمونـــات الـــستيرويد فتـــشمل البروجسترون progesteron كورتيكوسـتيرويد and corticosteroids oestrogens وعلـى الـرغم مـن وجودهـا بكميـات بـسيطة فى اللـبن الا انهـا ذات اهميـة فسيولوجية كبيرة وخاصة عند وصول الحيوان إلى مرحلة البلوغ وإفراز اللـبن في ثدي الحيوانات الثديية يعد الولادة مباشـرة وعنـد اجـراء عمليـة التحـنين للحيوان قبل الحلابة حيث أنها تشجع على إفراز أحد الهرمونات التابعـة لهـذه المجموعة الذي يشجع على إفراز اللبن كمـا ان معظـم الأبحـاث أشـارت إلى تأثير مستويات هرمـون البروجـسترون علـى الإخـصاب المبكـر للمواشـي . ويعتبر وجوده بنسب معينة دليل على وصول الحيوان لمرحلة البلوغ .

١٩ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ١٠ ٦ ٧ ٨ ٩ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٧ ٢١ ٢٠ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٦ ٢٥ ٢٧

كولستين

٣- الهيدروكربونات :

الدهون تحتوي على كميات بسيطة من الهيدروكربونات المشبعة والغير مشبعة حيث تظهر مع الستيرولات والتي تعتبر من المركبات الخام لتخليق ستة هرمونات وأيضا لتخليق فيتامين د (V .D) وهى توجد في الجزء الغير متصبن من الدهن . وأهم مكوناتها السكوالين squalene والكاروتين carotene وفي التقسيم الأخير يوجد جدال في مكان وجودها حيث الجدال يكون على أساس وجودها في حبيبة الدهن أو يتم تكوينها في غلاف حبيبة الدهن ولكن الأبحاث التي اجريت حديثا تعتقد ان الكاروتين يوجد اساسا فى غلاف حبيبة الدهن وتتراوح عدد ذرات الكربون الداخلة في تركيب الهيدروكربونات ما بين ١٧ إلى ٤٨ وتكون أما عدد فردى أو زوجى (odd_or even numbered) وتكون على هيئة سلسلة متفرعة وإحتمال وجود 1- cyclohexyl في تتابع الهيدروكربونات ، بالإضافة إلى التعرف على pristane phytane neophytadienes, and phyt-Iene والتحقق من وجودها في الهيدروكربونات .

Squaleen اسكوالين :

عبارة عن سائل تربين رباعى دائرى عزل من دهن اللبن (cychic-tri- terpeme) وقدر بحوالى ٧مجم لكل ١٠٠جم دهن . وهو عبارة عن مركب وسطى فى تخليق الكوليسترول ورمزه الكيماوى .

$$\left(\begin{array}{ccccccccccc} CH_3 & & H & & H & & CH_3 & & H & & H & & H & & CH_3 & & H & & H \\ | & & | & & | & & | & & | & & | & & | & & | & & | & & | \\ C & = & C & - & C & - & C & = & C & - & C & - & C & - & C & = & C & - & C & - \\ | & & & & | & & & & | & & | & & | & & & & & & | \\ CH_3 & & & & H & & & & H & & H & & H & & & & & & H \end{array}\right)_2$$

٤- الفيتامينات الذائبة في الدهن : Lipid-soluble vitamins

الفيتامينات الذائبة في الدهن - عديدة وتشمل :

VA VD VE VK

وهي ذات قيمة غذائية عالية للحيوانات حديثة الولادة new born حيث إن نقص هذه الفيتامينات ينتج عنها أعراض تدل على نقص هذه الفيتامينات وتختلف نسب هذه الفيتامينات من حيوان لآخر والجدول رقم ٤ يوضح نسب هذه الفيتامينات في ألبان الحيوانات .

نسب الفيتامينات الذائبة في الدهن في ألبان الثدييات

TABLE 8
THE COMPOSITION OF LIPID-SOLUBLE VTTAMINS IN MILKS

Species	Vitamin (ug litre^{-1})	Vitainin D (IU litre^{-1})	Vitamin E (mg litre^{-1})
Cow	410	25	1
Goat	700	23-	<1
Human	750	50	3
Rat	1440	5	3
Rabbit	2080	-	-

١- V . A

يمكـن اعتبـار أن فيتـامين A نـاتج مـن البيتاكـاروتين بعـد انقـسام السلسلةالأيدروكربونية فى الوسط وإضافة جزئ ماء لكل شطر .

٢- V . D

له أهمية حيوية خصوصا للجنس البشري ويعتبر هـذا الفيتـامين مـادة جـدال في الأبحـاث الحديثـة حيـث يعتقـد ان ٧ - هيدروكـولـستيرول (فيتامـين D3) يمثل ٧٥% مـن محتـوى فتيـامين D فى اللـبن أمـا D2، D3 فتمثل باقى المحتوى .

٣- V . E

يوجـد فى اللـبن العديـد مـن أشـكال فيتـامين E وهـى α , B , δ tochopherols . ولكن المكـون الأساسـى لفيتـامين E فى اللـبن الجاموسـى هـو الشكل α - tochopherol وبالإضافة إلى وجود المشابهات الأخرى .

٤- V . K

يوجد فيتامين K فى شكين هما فيتامين K_1 ، فيتامين K_2 وكلا الـشكلين يحتويان على المنيـاديون والاسـم الكيمـاوى لفيتـامين K_1 هـو فيلوكنيـون أمـا الاسم الكيماوى لفتيامين K_2 هو فارنوكينون .

- البروستوجلاندين **Prostoglandine**

اللبن البشرى يحتوى على prostoglandins E and F وتكـون تركيزاتهـا فى البلازمـا ١٠٠ ضـعف الموجـودة فى اللـبن وذلـك فى مرحلـة البلـوغ - وللبروسـتوجلاندين أهميـة فى الأطفـال الرضـع والحيوانـات الرضـيعة ومـن المحتمل أنها تؤدى وظايف فسيولوجية تتعلق بحركة الأمعاء .

Carinitine and acylcarnitines الكارنتين وأكيل كارنتين :

الكارنتين تكون عامل أساسي للأكسدة في الأحماض الدهنية الموجودة في انسجة الحيوانات وقد اكتشف منذ فترة طويلة داخل ألبان الحيوانات المجترة ولكن حديثا اكتشفت نسبة منها على شكل رابطة إستر i.e as acetyl carnitine كما لوحظ أيضا أن اللبن البشري يحتوي على نسب ظاهرة من الكارنتين .ومن الأبحاث الحديثة وجدت أيضا كميات منها في صورة أسيتات acetate لأحماض دهنية تحتوى سلسلة طويلة وذلك في اللبن البشري ولبن الفئران . وعلى الرغم من أن وجود نسبة ثابتة من هذا المركب تكون هامة للحيوانات الثديية مثل الأنزيمات ذات التركيب الثابت إلا إنه مازال لم يتم اكتشاف الأهمية الغذائية الكاملة الذي تؤديها الكارنتين حيث لم يكتشف دور . acyl كمانع للأكسدة .

Flavour campounds مركبات النكهة :

المقصود بمركبات النكهة هي المركبات المسئولة عن إعطاء النكهة المميزة للبن والدهن والمنتجات الداخل في تكوينها اللبن والدهن وتعتبر المركبات الأليفاتية المسئول الأكبر في إعطاء النكهة حيث أنها تساهم في مركبات النكهة بنسبة عالية ؛ وتشارك العديد من المركبات المختلفة المشتقة كيمائيا او طبيعية من دهن اللبن فى إعطاء النكهة . فعلى سبيل المثال نواتج تحلل الدهن تعتبر من مكونات الدهن التي تساهم في اعطاء النكهة ؛ وقد تم معرفة المستوى الطبيعي لمركبات النكهة المطلوب لإعطاء النكهة ولكن عندما يحدث تغير في هذه النسبة على سبيل المثال إذا زادت مثلا في تركيزها فيؤدي ذلك إلى إعطاء نكهة مرتفعة أي زائدة غير مرغوبة ومن المعروف أنه يوجد تغيرات تحدث في اللبن تؤثر على النكهة بل قد تسبب في ظهور نكهة غير مرغوبة وهى كما يلى :-

١- مثل حدوث التزنخ وخصوصا التزنخ الأكسيدي حيث يحدث أكسدة للأحماض الدهنية الغير مشبعة الموجودة في دهن اللبن مؤدية إلى إنتاج مركبات كيتونية وألدهيدات تؤدي إلى إعطاء نكهة زنخة غير مرغوبة.

٢- كما أن تلوث اللبن بالكائنات الدقيقة ونموها وانتشارها في اللبن تؤثر على النكهة حيث تعطي نكهات غير مرغوبة أثناء عملية التخزين وعموما قد أوضحت الأبحاث مثال على حدوث التغير في النكهة عن طريق التزنخ التأكسدي حيث تبين أن تأكسد كميات صغيرة من الأحماض الدهنية الخماسية pentenoic في طبقة القشدة أي في الدهن تعطي نسبة عالية من الكيتونات التى تسبب التزنخ الأكسيدى .

٣- ثالث نوع من النكهات الغير مرغوبة يحدث نتيجة التلوث بآثار من المعادن ويعرف بالنكهة المعدنية .

المركبات المسئولة عن النكهة :

من الدراسة وجد أن مكونات النكهة عبارة عن لاكنوتات المثيل كيتون كما تعتبر الألدهيدان ذات السلسلة القصيرة والأحماض الدهنية من المركبات التي لها دور في إعطاء النكهة . وهذه المكونات إما توجد في شكل حر أو مرتبطة كرابطة إستر مثل Glucuronide or sulphate derivatives كما يحتوى دهن اللبن على كميات صغيرة من اللاكتونات lactones فى صورة حرة - وهى مركبات مشبعة تحتوى على ذرات كربون تتراوح من ك٦ على ك١٨ ولكن يوجد أيضا نسبة صغيرة تحتوى على أحماض دهنية أحادية عدم التشبع كما يوجد مكونات فى شكل سلاسل متفرعة لها دور فى إعطاء النكهة والمكون الاساسى لهذه المواد ، هى الأحماض الهيدروكسيلية الموجودة فى

الجليسيريدات الثلاثية فتنتج لاكتونات كما تتكون كيتونات المثيل من عملية نزع مجموعة الكربوكسيل من الأحماض الدهنية بعد تحلل الجليسريدات الثلاثية .

٤- السيراميد والجليكو سفنجوليبيد
Ceramide and glycosphingolipids

يشتق مركب السيراميد من قاعدة السفنجوزين ذات السلسلة الطويلة ويشتق من السيراميد مركبات مثل phospholipids , glycosphingolipids حيث أن السيرميد هى أساس تكوين الجليكوليبيد فى اللبن حيث يوجد مركب glucosyl ceramides , lactosyl – ceramides وتمثل هذه المركبات ٨٨% من المكونات الصغرى الموجودة فى غلاف حبيبة الدهن .

الخواص الطبيعية للدهون : Milk lipid physical properties

يمكن تلخيص الصفات الطبيعية لدهن اللبن في الآتي :

- الكثافة عند ٢٠°م ٩١٥كجم/متر٣ .
- معامل الانكسار عند (٥٨٩نانومتر)١,٤٦٢والتي تنخفض بزيادة درجة الحرارة .
- ذوبان الماء في الدهن ٠,١٤% (وزن/وزن)عند ٢٠°م ويزيد بزيادة درجة الحرارة .
- التوصل الحراري تقريبا ٠,١٧.جول/متر/ثانية/درجة كيليفن .
- الحرارة النوعية عند ٤٠°م تقريبا ٢,١كيلوجول/كجم/درجة كيليفن .
- التوصل الكهربي <١٠(-١٢)أوم -١سم-١ .
- ثابت الكهربية ٣,١ .

انصهار الدهن :

على درجة حرارة الغرفة يكون الدهن صلب ولذلك يطلق على عليه دهن مقارنة بالزيت الذي يكون سائل على درجة حرارة الغرفة - درجة حرارة الانصهار للجليسيريدات المنفردة تتراوح من-٧٥°م للجليسريدات الثلاثية لحمض البيوتريك لـ ٧٢°م للجليسيريدات الثلاثية لحمض الأستياريك بينما درجة الإنصهار دهن اللبن النهائية هي ٣٧°م لان الجليسريدات الثلاثية ذات نقطة الإنصهار المرتفعة تذوب في الدهن السائل . وهذه الدرجة مؤثرة لأن جسم الحيوان درجة حرارته ٣٧°م ويحتاج ان يكون اللبن سائل على هذه الدرجة ومنحنيات الإنصهار لدهن اللبن تكون معقدة بسبب تركيب الدهن المتعدد ووضع الرابطة الغير مشبعة ترانس يزيد نقطة الانصهار والسلسلة ذات ذرات الكربون الفردية العدد والمتفرعة تخفض نقطة الانصهار .

تبلور الدهن Crystallization :

تبلور دهن اللبن يحدد بدرجة كبيرة ثبات حبيبة الدهن وتكوين المنتجات العالية في نسبة الدهن ؛ ولكن سلوك التبلور من خلال المدى الواسع للجليسريدات الثلاثية المختلفة يكون معقد ؛ وهناك ٤ أشكال لتبلور دهن اللبن هي alph . B,$B_1$and B_2 ولكن الشكل الفاهو أقل ثباتا ونادرا ما يلاحظ في الدهن المبرد ببطء .

تركيب دهن اللبن – " حبيبات الدهن " :

أكثر من ٩٥% من الدهن الكلي تكون في صورة حبيبات تتراوح قطرها من ٠,١ – ١,٥ مليميكرون . قطرات الدهن السائلة تغطى بغشاء رقيق من ٨–١٠ نانو ميكرون في السماك والذى خواصه تختلف كلية عن دهن اللبن والبلازما . وغلاف حبيبة الدهن الأصلي (FGM) يشتمل على غشاء بلازما في الخلية الإفرازية والذي يستمر في تغليف قطرات الدهن السائل عندما تمر في ال lumen – والمكونات الرئيسية في غشاء حبيبة الدهن

الأصلي هو البروتين والفوسفوليبيد يمكن أن يكون هناك اعادة ترتيب للغشاء بعد انفراده في ال lumin مثل المواد amphiphitic من البلازما التي تدمص على حبيبة الدهن وجزء من الغشاء يذوب في قلب الحبيبة او في السيرم - وغشاء حبيبة الدهن يخفض من التوتر السطحي بين الدهن والسيرم لدرجة كبيرة ؛ فيصبح (1-2.5MN) ويحمي الحبيبات من الطفو السريع والتكتل كما يحميها من فعل الأنزيمات .

وأنه من المعروف أنه إذا تركت القشدة أو اللبن ساكنين فإنها تنفصل ويرجع ذلك تبعا لقانون استوكس لاختلاف الكثافة بين الدهن والبلازما في اللبن ولكن في اللبن البقرى الخام المبرد تتكون طبقة القشدة بشكل أسرع وسبب ذلك ان (IgM) وهو أحد جلوبيولينات المناعة في اللبن يكون معقد مع الليبوبروتين هذا المعقد يسمى cryoglobulian والذي يترسب على الدهن ويسبب تجميعه وهذا يسمى cold agglutination وبمجرد تكون عناقيد الدهن فإن سرعة الصعود إلى أعلى تزيد وتأخذ معها الحبيبات الصغيرة وتتكون طبقة القشدة بسرعة في خلال ٢٠-٣٠ دقيقة في اللبن البارد .

العوامل المؤثرة على حجم حبيبة الدهن

العوامل التي تؤثر على حجم حبيبة الدهن وبالتالي تؤثر على حجم ونسبة الدهن تشمل ما يلي :

١- **نوع الحيوان** :

يختلف حجم حبيبة الدهن باختلاف نوع الحيوان فاللبن الجاموسي حبيبات الدهن فيه حجمها أكبر من حجم حبيبة الدهن في الأبقار وكذلك الأبقار أكبر من الأغنام والأغنام حبيبة الدهن فيها ذات حجم أكبر من الأغنام وبالتالي لا يصلح لبن الماعز والأغنام للترقيد لأنه يحدث فقد كبير في الدهن لصغر حجم حبيبة الدهن حيث أن سرعة صعودها تكون أقل من سرعة صعود الحبيبات ذات الحجم الكبير ولذلك يفضل فرز لبنهم .

٢- **سلالة الحيوان** :

لسلالة الحيوان تأثير على حجم حبيبة الدهن حيث نجد أن الأبقار مثل الجرسى - الجرنسى حجم حبيبة الدهن فيها كبيرة ولكنها صغيرة في سلالة الفريزيان ، لانكشير والشورتهورن وسطا بينهم.

٣- **التغذية** :

تتأثر حبيبة الدهن بنوع التغذية التي تتغذى عليها الحيوانات فالتغذية على عليفه خضراء أو مركزه كالكسب تعطي لبنًا ذات حبيبة دهن أكبر وبالتالي سرعة صعود الحبيبات يكون أعلى وبالتالي تكوين طبقة فذة كبيرة ومتماسكة ونسبة دهن أعلى وعلى العكس من ذلك حيث التغذية على عليقة غير مركزه أي عليقة فقيرة مثل الدريس الجاف فتعطي لبن ذو حبيبات دهن ذات حجم أقل وبالتالي نسبة دهن أقل .

٣- **موسم الحليب** :

من الملاحظ دائماً أن حجم حبيبة الدهن يقل تدريجياً بعد نصف موسم الحليب في اتجاه نهاية موسم الحليب وبالتالي لا يوصى بعمل قشدة من اللبن في نهاية موسم الحليب .

٤ - **إجراء عملية القرقرة** (**مرحلة الحليب**) :

حيث إنه في نهاية عملية الحليب نجد أن اللبن الناتج منها عالي جداً في نسبة الدهن نتيجة لانفجار الغدد اللبنية بعد تفريغ الضرع من اللبن وإزالة الضغط الواقع عليها فيحدث انفجار لها ويكون اللبن الناتج في هذه الحالة عالي في نسبة الدهن وبالتالي تزيد نسبة الدهن.

٥ - **عدد مرات الحليب** :

فقد وجد أن حلب اللبن أربعة مرات في اليوم ينتج عنه كريات دهنية ذات قطر أكبر من قطر كريات الدهن في اللبن الذي يحلب مرتين - كما أنه كانت نسبة الأحماض الدهنية الحرة أعلى - وزاد الإنتاج بمعدل ٩% .

أهمية الدهن

عند النظر إلى أهمية كل مكون من مكونات اللبن نجد أن لها أهمية كبيرة جداً، حيث تظهر كأنها أهم مكون من المكونات وهذا دليل على إبداع خلق الله سبحانه وتعالى .

وعموماً ..

ممكن إنجاز أهمية دهن اللبن في النقاط التالية :

١- الدهن في اللبن هو أغلى مكونات اللبن وبالتالي على أساسه يتحدد سعر اللبن .

٢- هو الهدف الأساسي لغش اللبن .

٣- هو الذي يكسب المنتجات اللبنية القوام والطعم المرغوب لها .

٤- يمد الجسم بالمصدر الأكبر من الطاقة .

٥- عامة الناس تحكم على جودة اللبن عن طريق درجة دسامته أي نسبة الدهن في اللبن .

٦- يحتوي على الأحماض الدهنية الأساسية التي لا يستطيع جسم الإنسان تخليقها .

٧- يدخل في إنتاج كثير من المنتجات الدهنية وهي القشده بتجميع حبيبات الدهن سواء بالترقيد بتكون طبقة قشدة على السطح أو بالفرز وكذلك إنتاج الزبد وهي ناتجة من دهن اللبن الخالي من الخض وكذلك السمن وهي عبارة عن دهن اللبن الذي تصل نسبته إلى ٩٩,٥% .

٨- ظهور الطعم الزنخ وذلك نتيجة لتحلل الـدهن فالأحمـاض الدهنيـة التي تنتج من تحلل الدهن بواسطة إنزيم الليبـز تـسبب الطعـم الـزنخ مثل حمض البيوتريك ويمكن التغلب على ذلك بالتسخين على درجة أعلى من ١٧٠° ف وذلك للقضاء على انزيم الليبيز .

بدائـل الدهــون : Fat replacers

إن تركيب الدهن في الوجبة الغذائية أصبح في غاية فى الأهميـة وذلـك بسبب العلاقة الواضحة بين كمية ونـوع الـدهن المستهلك ومخـاطر أمـراض القلب (Chd) Coronary heart diseases والـسمنة وبعـض أنـواع الـسرطانات ومرض السكر وضغط الدم وتصلب الشرايين . فمن المعروف أن الدهون أما مشبعة Saturated fats والتي تحتوي على الأحماض الدهنيـة المـشبعة أو دهـون غـير مـشبعة Unsaturated ومنـها أحاديـة عـدم التـشبع Mono unsaturated أو عديدة عدم التشبع Poly unsaturated مثل الزيوت النباتية وزيت السمك .

ومن ناحية أخرى نجد أن دهن اللبن هام وضروري في إبراز الـصفات الحسية والوظيفية للمنتجات اللبنية حيث إنـه يـساعد علـى إظهـار النكهـة ، تكوين القوام، التركيب والشكل وثبات نكهة المنتجات اللبنية ، أمـا بالنـسبة لليبوبروتينات فهي تحمل الكوليسترول ويوجد منها نوعان :

* الليبوبروتينات ذات الكثافة المنخفضة :

Low density Lipoproteins (LDL)

وهي تساعد على فصل الكوليسترول ونقلـه إلى الخلايـا لـذلك يعتـبر مـدمراً ويطلق عليه النوع الخبيث

* الليبوبروتينات ذات الكثافة العالية :

High density Lipoproteins

يقـوم بـنزع الكوليـسترول مـن الخلايـا وتوجيهـه إلى الكبـد لإفـرازه والتخلص منه ولذلك يطلق عليه النوع الطيب .

ومن المعروف أن الأحمـاض الدهنيـة المـشبعة تـؤدي إلى زيـادة تركيـز الكوليسترول المحمول على الليبوبروتين (LDL) وذلك في البلازمـا حيـث أن المستويات العالية من هذا النوع لها علاقة بزيادة مخاطر أمـراض القلـب ومـن الجدير بالذكر بأن استبدال الأحماض الدهنية المشبعة بأخرى غير مشبعة سـواء

أحادية أو عديدة عدم التشبع تؤدي إلى تقليل الكوليسترول ، وبالرغم من أن هناك بعض الانتقادات فيما يتعلق بهذا الأمر وعلاقته بمخاطر أمراض القلب إلا أن جميع المستهلكين يجب أن يهتموا بتقليل الوزن والتحكم في مقدار الطاقة التي يأخذونها من غذائهم وهذا يتطلب وجود الأغذية القليلة أو المنخفضة في الدهن Reduced or low fat foods وقد دفع ذلك كثير من شركات صناعة المنتجات اللبنية وعلماء الألبان إلى التفكير في إنتاج منتجات لبنية منخفضة في نسبة الدهن وذلك لتلبية طلبات المستهلكين الذين تغير نمط استهلاكهم للأغذية نتيجة لنمو الوعي الصحي والاهتمام المتزايد بما يأكلون من الناحية الصحية وليس من ناحية الطعم .

وفي الفترة الأخيرة ظهرت مواد يطلق عليها بدائل الدهون والتي تستخدم حاليا فى كثير من الدول وتجرى عليها كثير من الأبحاث لاستخدامها في صناعة المنتجات الغذائية بصفة عامة ومنتجات الألبان بصفة خاصة .

وقبل أن نبدأ في الموضوع هناك بعض الاستفسارات التي توضح أهمية بدائل الدهون .

*** لماذا نحتاج Fat replacers ؟**

ربما replacers تمدنا بطرق جديدة لتحسين الطعم ، حيث أن هذه الأغذية تلاقي قبول المستهلك علاوة على أنها تساعده على وجود نظام توصية لتقليل الدهن في الأغذية .

*** مدى أمان Fat replacers :**

إن معظم بدائل الدهون المستخدمة اليوم إنما هي مشتقة من عناصر غذائية لها تأثير آمن علاوة على أن لها درجة ثبات لفترة طويلة عند استخدامها في الأغذية المجهزة ولذلك قامت منظمة الأغذية والأدوية (FDA) بدراسة دقيقة للموافقة على هذه العناصر الغذائية الجديدة التي تنتج منها بدائل الدهون الآمنة .

*** مرض السكر وبدائل الدهون :**

المنتجات المحتوية على بدائل الدهون تساعد مرضى السكر على تقليل الدهن والطاقة .

*** هل نحتاج لأكثر من بديل للدهن ؟**

إن تحديد درجة قبول المنتج يحتاج إلى تدعيمه بالخواص الوظيفية المرغوبة للدهن ولا يوجد بديل دهن مثالي عند استخدامه لأعطاء بعض الصفات في المنتج مثل النكهة ، القوام ، والملمس الناعم ، الحجم ، انتقال الحرارة وفي بعض الحالات يكون بديل الدهون قادر بمفرده على إعطاء الصفات الوظيفية المرغوبة للدهن ، وفي حالات أخرى يتم إضافة مجموعة أو خليط من بدائل الدهون لإعطاء هذه الصفات المرغوبة .

*** استخدامات Fat replacers :**

تستخدم في منتجات مختلفة مثل الجبن ، القشدة الحامضية ، متبلات السلطة ، الشيبسي ، منتجات المخابز ، منتجات أخرى .

- المنتجات التي يستخدم فيها Fat replacers مستقبلاً بالإضافة للمنتجات الحالية ، نستطيع أن نستخدم بدائل الدهن وفي الزيوت المنزلية للطبخ Shortenings والقلي التجاري (Calorie control council 2004) .

*** تعريف وتقسيم بدائل الدهون :**

تسبب الألفاظ والتعريفات التي تصف بدائل الدهون كثيراً من التخبط وعدم الدقة ولذلك فإن ما يهمنا في هذا المقام أن نفرق بين ثلاث تعريفات حتى نستطيع معرفة بدائل الدهون .

١ - المواد البديلة للدهن Fat substitutes :

هي عبارة عن مركبات تشبه من الناحية الكيميائية والطبيعية الجليسريدات الثلاثية (الدهن الحقيقي) والتي تحل نظرياً مكان الدهن جرام

بالجرام وهي مواد مشتقة من الدهون الطبيعية باستخدام الأنزيمات وتحتوي على الأحماض الدهنية وقد يطلق عليها بدائل الدهون ذات الأصل الدهني .

٢- مقلدات الدهون Fat mimetics :

عبارة عن مواد تقلد الصفات الحسية والطبيعية للجليسريدات الثلاثية ولا تضاف بنفس نسبة الجليسريدات الثلاثية وهي عبارة عن مواد بروتينية أو كربوهيدراتية ويطلق عليها بدائل الدهون ذات الأصل البروتيني أو بدائل الدهون ذات الأصل الكربوهيدراتي .

٣- بدائل الدهون Fat replacers :

هي عبارة عن مواد تضاف للأغذية المنخفضة في نسبة الدهن لتقوم بوظائف الدهون خاصة الحسية والطبيعية وبالتالي فهي تشمل المواد في التعريفين السابقين أي أن بدائل الدهون يمكن تقسيمها إلى بدائل ذات الأصل الدهني وبدائل الدهون ذات الأصل البروتيني وبدائل الدهون ذات الأصل الكربوهيدراتي والأخيران يختلفان عن المواد الأولى في أنهما لا يستخدمان في القلي والطبخ لأنهم يرتبطون بكمية كبيرة من الماء وتحدث لهم دنترة وكرمله عند التعرض لدرجة حرارة عالية .

- وفيما يلى شرح مفصل لبدائل الدهون :

بدائل الدهون ذات الأصل الدهني Fat Based Fat replacers :

هي مركبات تشبه الدهون العادية في تركيبها من حيث وجود الأحماض الدهنية ولكنها تتميز بأنها صعبة التحلل أو لا تتحلل بأنزيم الليبيز العادي ولذلك تكون منخفضة الطاقة حيث لا يستفيد منها الجسم الاستفادة الكاملة . وهذه الجزيئات ذات طبيعة غير محبة للماء ، ولا تضاف عادة للأغذية ولكنها تضاف للأغذية المركبة إلا أنها تشابه الدهون العادية في الوظائف التي تحدثها في المنتج الغذائي ويوجد العديد من هذه المركبات التي تم تصنيعها ومنها :

١ - مركبات منخفضة في الطاقة :

هي مركبات تتكون أساساً من الجليسرول الذي يرتبط بالأحماض الدهنية متوسطة الطول (Seagram,١٩٩١) مثل Acctoglycerides الذي يحتوي على حمض الخليك . والأحماض الدهنية متوسطة الطول تكون ٩٥% من الأحماض الدهنية الموجودة في الجليسريدات الثلاثية المكونة لهذا البديل لذا فإن الطاقة المنطلقة منه حوالي ٨,٣سعر/جم ، بينما يوجد مركب آخر يعرف باسم Caprenin حيث تتكون الجليسريدات الثلاثية له من حمضين متوسطي الطول أما الثالث فهو طويل السلسلة جداً مثل حمض Behenic الذي لا يمثل في الجسم لذلك تنخفض الطاقة المنطلقة من هذا المركب إلى ٥ سعر/جم وهذا المركب تم تصنيعه ليحل محل زبده الكاكاو في الحلويات ولا يوجد استخدام له في منتجات الألبان .

٢- المركبات التي يتم تصنيعها بتحوير رابطة الأستر :

هذه المجموعة يتم تصنيعها بحدوث تحوير في رابطة الأستر وهي رابطة مقاومة للتحلل الأنزيمي أثناء الهضم وهي عادة تحتوي على الأحماض الدهنية مرتبطة ببعض المركبات من أهمها :

أ- السكروز متعدد الاستر Sucrose poly esters : ويعرف تجارياً باسم Olestra وهو يصنع باسترة سكر السكروز مع الأحماض الدهنية طويلة السلسلة الكربونية (أعلى من ١٢) والتي يتم الحصول عليها من الدهون الطبيعية والزيوت النباتية .

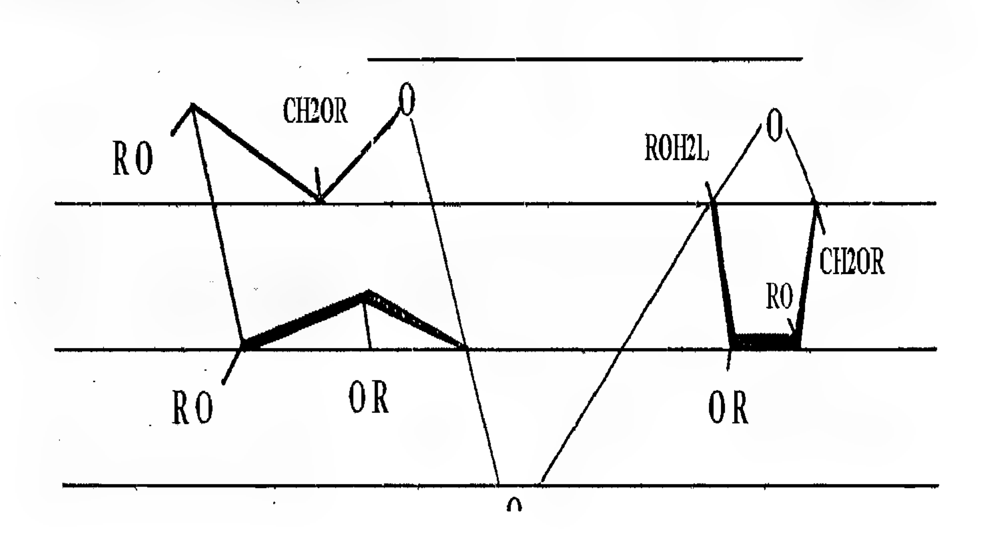
وتتلخص طريقة التصنيع في الآتي :

تحلل الدهون ثم إجراء عملية أسترة للأحماض الدهنية ثم تضاف استرات الأحماض الدهنية إلى السكر حيث تحدث استره داخلية في وجود

العوامل المساعدة (المعادن القلوية) وتحت تفريغ كبير حيث يتكون الاوليسترا الذى تم تنقيته فيما بعد .

ونوعيّة الأحماض الدهنية التي تستخدم في صناعة Olestra هي التي تحدد خواصه الوظيفية والطبيعية والحسية وكذلك الاستخدامات التي يمكن أن يستخدم فيها .

تركيب الأليسترا :



Sucrose polyester (alestra or olean)
Glucopyranosly (1-2). B Fructo Furanoside linkage)
R= Acylgroup   fatty acid (R-C)

ويتشابه الأوليسترا في المظهر والنكهة والثبات الحراري والمقدرة الحفظية مع الدهن الطبيعي ولذلك فإنه يمكن استخدامه حيث تستخدم الدهون الطبيعية في المنتجات التي تتعرض لدرجة حرارة عالية .

ولقد وافقت منظمة الأغذية والأدوية الأمريكية (FDA) عام ١٩٩٦ على استبدال الدهون الطبيعية ١٠٠% بواسطة الأوليسترا في صناعة أغذية التسلية (Snacks) ذات الطعم الملحى أو الحريف وليست ذات الطعم الحلو مثل الشيبسي وكذلك في قلي هذه المواد . ولا يمتص أو يتم هضم الأوليسترا في جسم الإنسان ولا تنطلق منه طاقة وذلك لحجم الجزئ الكبير ووجود الأحماض الدهنية الغير قطبية التي تمنع من تحلله بواسطة إنزيم الليبيز .

ولكن من عيوبه أنه نتيجة عدم امتصاصه وهضمه فإنه يدخل الأمعاء ويساعد على حدوث الإسهال مما يؤثر على امتصاص بعض العناصر الغذائية حيث ثبت أنه يقلل امتصاص الفيتامينات الذائبة في الدهون أ، د، هـ، ك لذلك تصر منظمة الأغذية والأدوية الأمريكية (FDA) على أن يكتب على أي غذاء يحتوي على Olistera عبارة الغذاء يحتوي على الأوليسترا حتى يكون المستهلك على علم بما قد يحدث له . ولقد أثبتت الدراسات التي أجريت على الأوليسترا أنه غير سام وغير مسبب للسرطان ولا يؤثر على التركيب الجيني .

واستبدال الدهون الطبيعية بواسطة الأوليسترا يمكن أن يكون مفيد في حالة الأفراد الذين يعانون من أمراض القلب والأفراد الذين يعانون من السمنة وسرطان القولون ويفيد في خفض الكوليسترول في الدم .

ب- استركربوكس كاربو كسيلات Carboxy Carboxylate esters

هي عبارة عن مركبات معقدة تتكون من ٢ استر مرتبط بالكربوكسيلات والتي تحتوي على مجموعة اليفاتية هذا المركب عند تمثيله جزئياً في الجسم فإن جزء Carboxylate لا يهضم بالأنزيمات وهذا يؤدى إلى خفض الطاقة المنطلقة .

ج- ميثيل جلكوز عديد الأستر Methyl Glucose polyesters :

هي مجموعة من المركبات التي تم تصنيعها عام ١٩٨٠ وهي تشبه أستر سكر السكروز ولكن يحل محل السكروز سكر الجلوكوز وأهم مركب هو رباعي استر ميثيل الجلوكوز .

د- Esterified propoxylated Glycerol (EPG) :

عبارة عن مجموعة من المركبات التي تتكون بتفاعل الجليسرول مع أكسيد البروبلين لتكوين بروبلين جليكون متعدد الأثير وهذا المركب يتم تفاعله مع الأحماض الدهنية لتكوين استر ، وهذه المركبات تصلح لأن تحل محل الدهن الطبيعي في صناعة المثلوجات اللبنية ، والمواد الداخلة في تتبيل السلطة والمخبوزات وهذه المواد مخفضة الطاقة وذلك لصعوبة تحللها بواسطة الأنزيمات .

هـ- Salatrim (benefit tm) :

عبارة عن الجليسريدات الثلاثية ذات السلسلة الطويلة والقصيرة حيث إنه يعطي ٥سعر/جم ويمكن استخدامه في الحلوى ، منتجات الألبان ومنتجات أخرى .

و- Sorbestrin :

ذات سعرات حرارية منخفضة يعطي تقريباً ١,٥ سعر/جم وهو ثابت للحرارة ويستخدم كبديل للدهن في صورة سائلة وهو مركب من استرات الأحماض الدهنية للسوربيتول والسوربتول المتأدرت ويستخدم في الأغذية المحمرة ، المايونيز ، متبلات السلطة .

ج- مركبات مختلفة عن الدهن في التركيب :

وهي عبارة عن جزئيات تختلف تماماً التركيب الكيماوي عن الجلسريدات الثلاثية ولكنها اقترحت لتستخدم بديلاً للدهن الطبيعي ومن

هذه المواد زيت جوجبا وهو يستخلص من بذور نبات جوجبا Jogoba والذي ينمو في الصحراء وهذا الزيت عبارة عن خليط من استرات الأحماض الدهنية الغير مشبعة طويلة السلسلة والكحولات الدهنية طويلة السلسلة ولطبيعة التركيب الكيماوي فهذا الزيت لا يستخدم في الأغذية حتى الآن ويحتاج لكثير من الأبحاث في المستقبل .

بدائل الدهون ذات الأصل البروتيني
Protein – based fat replacers

أجريت دراسات عديدة لتصنيع بدائل للدهون من مصادر مختلفة للبروتين مثل البيض ، اللبن ، الشرش ، فول الصويا ، الجيلاتين وجلوتين القمح وبعض هذه المواد يتم تصنيعها من خلال عملية خاصة تعرف باسم Micro particulation حيث يتعرض البروتين للحرارة والتقليب السريع للتحكم في عملية دنترة البروتين ويتم تشكيل البروتين على هيئة حبيبات كروية يتراوح حجمها من ٠,١ إلى ٢ ميكرون ولهذه الكريات تأثير في الفم مشابه لما يعطيه الدهن الحقيقي . وبعض بديلات الدهن يتم معاملتها معاملة خاصة لتعديل بعض الخواص الوظيفية لها مثل الارتباط بالماء أو لتكون مستحلبات .

وبالرغم من أن هذه المواد غير ثابتة حرارياً ولكنها تصلح للاستخدام في المخبوزات والمواد المعرضة للبسترة والتعقيم وهي عادة تستخدم في صناعة المثلوجات والمارجرين والمواد المستخدمة في تتبيل السلطة وفي صناعة منتجات الألبان .

1-Micro particulated protein simplesse

من أبرز بدائل الدهون المصنوعة من البروتين وهـو المركـب المعـروف تجارياً باسم " Simplesse " وهو يصنع من بروتينات الشرش المركـزة والطاقـة المنطلقة من هذا المركب ١,٣-سعر/جـم ويعتقـد أن ١جـم مـن هـذا المركـب يرتبط بثلثي وزنه ماء ويحل محل ١جم من الدهن وبالتالي فإنه يقلل الطاقة من ٩ إلى ١,٣ سعر/جم .

ولقد أجيز اسـتخدام هـذا المركـب في صـناعة منتجـات المثلجـات ، اليوجورت ، مفرودات الجبن ، جبن القشدة ، القشدة المتخمرة ، المـايونيز، ومتبلات السلطة ، الصلصة ، الشوربة والمارجرين ، ايس كـريم ، الزبـد ، كريمة القهوة .

وهذا المركب يعطي الطعم الكريمـي في حالـة ارتفـاع الرطوبـة ولكنـه يعمل مثل بقية البروتينات على إخفاء النكهة وهـو لـه نفـس القيمـة الحيويـة للبروتينات ويمكن أن يسبب حساسية لبعض الأفراد .

2-Modified whey protein concentrate (Dairy-LO R)

ويتم بإجراء دنتره عن طريق الحـرارة المـتحكم فيهـا للحـصول علـى بروتين وظيفي له خصائص تشبه الدهن ،ويمكن إضافة هذا المركب إلى اللـبن ومنتجات الألبـان مثـل الجـبن ، اليوغـورت ، القـشدة حامـضية ، الايـس كريم ، متبلات السلطة ، المايونيز .

3-Traibbleazer

هذا المركب يتم تحضيره بتكوين الياف من الزانثان والـبروتين Protein Complex – Xanthan على PH قريب من نقطة التعادل الكهربي وهـذا المركـب قد يستخدم للحصول على القوام والتركيب المناسب للمنتج الغذائي .

4-Lita

هــذا المركــب المعــروف تجاريــاً باســم Lita يــصنع بطريقــة Micro participation من بروتينات الحبوب مثل Zein الذي يتحصل عليه من الذرة .

٥- بدائل أخرى مثل K-blazer, Ultra- freeze lita :

كل تلك البدائل من بدائل الدهون ذات السعرات الحرارية المنخفضة مـصدرها بروتينـات البـيض واللـبن وهـي تـشبه Micro particulated protein ولكن تصنع بمعاملات مختلفة . من ناحية أخرى فإن بعض مـن هـذه البـدائل تـشتق مـن بـروتين الحبـوب . والـبعض الآخـر مـن خلـط الـبروتين مـع الكربوهيـدرات حـتى نـستطيع اسـتخدامها في الحلـوى المتجمـدة ومنتجـات المخابز .

بدائل الدهون ذات الأصل الكربوهيدراتي
Carbohydrates – based fat replacers

استخدمت الكربوهيدرات كبديل للدهن في صناعة بعض الأغذية منذ زمن ليس بقريب . تؤدي الكربوهيدرات القابلة للهضم لانطلاق طاقة تقدر بحوالي ٤سعر/جم بينما الكربوهيدرات معقدة التراكيب تنتج طاقة أقل . استخدمت كثير من الكربوهيدرات لزيادة اللزوجة أو تكوين جل في صناعة الأغذية . وتقوم الصموغ والنشا والبكتين والسليلوز وبعض المواد الكربوهيدراتية الأخرى ببعض وظائف الدهن في الأغذية مثل الارتباط بالماء بالتالي تؤدي لتحسين القوام للوصول للصفات المرغوبة للأغذية المحتوية على الدهن الطبيعي .

استخدم شراب الذرة عالى الفركتوز ليحل محل الدهن في صناعة بعض أنواع البسكويت المنخفض في نسبة الدهن أو الخالي من الدهن تماماً وذلك للتحكم في نسبة الماء في البسكويت الناتج ومن بدائل الدهن الكربوهيدراتية المستخدمة لتحل محل الدهن ما يلي :

١ - الصموغ Gums (Kelcogel Keltrol splendid)

عبارة عن مواد تتميز بتعقد التركيب الجزئى وطوله ومشحونة بشحنة سالبة وتستخدم كمواد تزيد اللزوجة عند تركيز ٠,١ -٠,٥% وتستخدم كمثبتات ومواد تكون الجل ومنها العديد من الصموغ التي تستخدم كمخلوط وليس بمفردها مثل صمغ الجوار ، الزانثان والكارجينان والصمغ العربي والبكتين Locust beangum وفي الواقع أن الصموغ لا تعطي سعرات حرارية علاوة على أنها تعطي القوام السميك وفي بعض الأحيان تأثير الجيلي والقوام الكريمي وتستخدم هذه الصموغ مع متبلات السلطة والايس كريم والمثلوجات بصفة عامة والشربة والصلصة واللحوم المفرومة وتستخدم أيضاً للتحكم في عملية البلورة وتثبيط انفصال الماء .

٢- النشا Starch and Modified Food Starch :

يوجد العديد من أنواع النشا التي لها صفات وظيفية مختلفة ويمكن استخدامها كبدائل للدهن في صناعة الأغذية وهذه تحسن الصفات الحسية للمنتج النهائي وتقوم بنفس وظائف الدهون ومصادر النشا متعددة مثل الذرة ، البطاطس ، Tapioca ، الأرز ، الشعير ، الشوفان .

النشا المعدل Modified Food Starch

(Amalean R1 & 11, Fairnex TM Va 20, Instant .
Stellar Tm N-Lite, Optagrade R, perfectamy TM Ac,
AX01 & AX-2, pure-gel R , sta-sum Tm

بالرغم من أن النشا الطبيعي يتميز بأن حبيباته كبيرة الحجم ، فإنه من النادر استخدامه كبديل للدهن إلا في بعض الحالات حيث يتم فصل الحبيبات صغيرة الحجم ولكن في الغالب يستخدم النشا المعدل حيث يجرى تحلل النشا بالحامض أو الأنزيمات ثم تجرى على النشا المحلل بعض المعاملات الأخرى للحصول على النشا الذي يتميز بصفات وظيفية محددة يستخدم كل نوع من النشا المعدل لإحداث وظيفة معينة بالغذاء الواحد أو أن بعض الأنواع الأخرى تستخدم في أغذية أخرى .

وتوجد أنواع عديدة من النشا المعدل كل منهما يأخذ اسماً تجارياً وعادة هذه المنتجات تستخدم في صناعة مفرود المارجرين ومتبلات السلطة والصلصة والمخبوزات ومن أمثلة النشا المعدل .

المنتج المعدل تجارياً باسم (N-Oil) وهو عبارة عن دكسترين محضر بالتحلل بالحمض لنشا Tapioca .

منتج المالتو دكسترين الذي ينتج من نشا الذرة ويتكون أساساً من السكريات العديدة وهو يعطي طاقة مقدارها ١ سعر/جرام حيث إن الجرام يرتبط مع ثلاثة أجزاء ماء وهذه تحل محل جزء من الدهن . ويعرف تجارياً باسم Maltrin ويستخدم في صناعة المارجرين والقشدة المتخمرة المقلدة والمخبوزات والصلصة ومتبلات السلطة والمثلوجات .

ويوجد منتج يصنع من نشا البطاطس يعرف تجارياً باسم Parallisa-2 وقد تم تصنيع منتج من الذرة الشمعي تحت اسم تجاري Stellar وذلك بالتحلل بالحامض .

تلك المركبات السابق ذكرها تستخدم كبديل للدهون حيث إنها تعطى ١-٤سعر/جرام ، بالإضافة إلى أنها تستخدم كعامل لتكوين جسم المادة ويمكن استخدامها مع البروتين لتكوين جسم المادة ويمكن استخدامها مع البروتين والصموغ كمستحلبات ويمكن استخلاصها من البطاطس ، نشا Topiooa ، الشعير ، الأرز ، القمح ، الذرة .

وتستخدم في اللحوم المعاملة ، متبلات السلطة ومنتجات المخابز والصلصة والحلوى المتجمدة ومنتجات الألبان .

٣- Z-Trim :

بديل للدهن خالي من السعرات الحرارية وهو يصنع من الألياف الغير قابلة للذوبان من الشوفان ، فول الصويا ، البسلة وأغلفة أو حبوب الأرز، نخالة القمح ، علاوة على أنه ثابت للحرارة ويمكن استخدامه في منتجات المخابز ، الايس كريم ، الجبن ، اليوجهورت .

٤- منتجات متعددة الدكستروز Poly- dextrose :

من بدائل الدهون المنخفضة السعرات الحرارية حيث إن الجرام الواحد يعطي ١ سعر ، يستخدم هذا المنتج كمادة مالئة ولكن يمكن أن يحسن القوام لذلك يمكن استخدامه كبديل للدهن (La-Barge, 1988) ويحضر هذا المنتج بإجراء عملية بلمرة لسكر الجلوكوز على درجة حرارة عالية في وجود السوربيتول وحمض الستريك ويباع تجارياً باسم Litesse ويصعب تحلله إنزيمياً ولكن يتم تمثيله في الأمعاء بواسطة الكائنات الدقيقة ليكون أحماض دهنية طيارة وثاني أكسيد الكربون ، ويستخدم في منتجات مختلفة مثل المثلوجات اللبنية متبلات السلطة واللبان ، الحلويات .

٥- السليلوز (Avicel^R cellulosegel, methocel^Tm – Solka – floe^R) :

كل الأنواع السابقة يمكن استخدامها كبديل للدهن إحداهما منقى ولا يعطي أي سعرات حرارية وهذا يشبه Microparticles عندما يتم نشرة يكون شبكة من الجزيئات تعطي ملمساً ناعماً مع بعض الخواص المشابهة للدهن والسليلوز يمكن أن يحل محل بعض أو كل الدهن من منتجات الألبان .

٦- السيليلوز المبلور Micro Crystalline cellulose :

عبارة عن سليلوز مبلمر بعد حدوث تحلل بالحامض وهو يقوم بوظائف الدهون حيث إنه يساعد على تكوين القوام والإحساس بالدهن ومثبت ومادة مستحلبة ومكون للرغوة ويتحكم في انفصال الماء ويزيد من اللزوجة مما يجعله يستخدم في كثير من الأغذية مثل متبلات السلطة والمثلوجات ومنتجات الألبان الأخرى ويسوق تجارياً باسم Ex.Cal, Novagel, Avicel .

٧- المواد المكونة للألياف :

تم استخلاص ناتج مكون للألياف وذلك من البسلة بواسطة الماء حيث نحصل على مادة ذات ألياف تمتص الماء واقترح استخدامها كبديل للدهن ولقد اقترح استخدام inulin كبديل للدهن وهو مادة طبيعية تتكون من وحدات سكر الفركتوز تتراوح من ٢-٦٠ وحدة يسوق تحت اسم تجاري Raftilin ولا يتحلل في الأمعاء وهو يشجع نمو بكتريا Befidobacteria وهو ذائب في الماء وعند ذوبانه يعطي قوام كريمي لذلك يمكن أن يكون بديلاً للدهن .

يوجد منتجات أخرى تسوق تجارياً تحت اسم (Reuitafit^R, Fibruline^R) ويستخرج من جذور الشيكوري . ويستخدم في اليوجهورت ، الجبن ، الحلوى ، المثلوجات ، القشدة ، منتجات الألبان .

٨- دكسترين (Amylum, N-oil) :

يمكن استخدامه كبديل للدهن يعطى ٤سعر/جم حيث إنه يمكن أن يحل محل كل أو بعض الدهن في تشكيله من منتجات الأغذية مثل منتجات الألبان والحلوى المجمدة ، وهو يستخرج من التابيوكا .

٩- Malto dextrias (D- PaselliR, MaltrinR Lorelite -crystaleanR Lite, PaselliR Excel) :

يستخرج من مصادر كربوهيدراتية للحبوب كالذرة ، البطاطس ، القمح ، حيث إنه يعطى ٤سعرات/جم في صورة جيل أو بودر ويستخدم كبديل للدهن لتعديل القوام وعامل لزيادة الحجم ويستخدم في منتجات الألبان ، الصلصة ، المثلوجات ومتبلات السلطة .

١٠- Nu-Trim :

يستخرج من الشوفان والشعير بعد نزع الألياف الخشنة وهذا البديل يمكن أن يستخدم في الأطعمة والمشروبات مثل منتجات الألبان والجبن والايس كريم والألبان المتخمرة والتي تكون منخفضة في الدهن ومرتفعة في Betaglucan وهو من الألياف الذائبة وقد ذكر كمكون رئيسي في الشعير والشوفان وهو المسئول عن الفوائد الناتجة لتقليل خطر أمراض القلب .

١١- oatrim (Beta-trimTm, Trim choice) :

وهو ناتج من معاملة دقيق الشوفان المحتوى على ألياف ذائبة Betaglucan بالأنزيم القابل للذوبان في الماء لإحداث عملية التحلل المائى وذلك المركب يستخدم كبديل للدهن وكعامل من عوامل تحسين القوام وتكوين جسم المادة ويعطي ١-٤ سعر/جم ويستخدم في منتجات الألبان والجبن والمشروبات اللبنية .

Table (10) FAT – Bassed Fat Replacers

Ingredients	Description	Trade Names	Applications	Calories Per Gram
Caprenin	A reduced – calorie Triglyceride with the same mouthfeel and metting characteristics of cocoa butter, made of caprylic capric and behenic acids and glycerine. Not currently being used any food products. FDA status GRAS petition has been filed.	Caprenin	Confectionary fats such as cocoa butter in candy bars	5
Emulsifiers Mono-and di-glycerides	Made by reacting glycerine with specific oils, fats or fatty acids. Metabolized like triglycerides. Emulsifiers allow fat and water to mix resulting in a mixture that can replace all or part of the fat content in food products. FDA status: GRAS ingredients.	Dur- Lo EC -25	Cake mixes Cooking, icings and vegetable dairy products	9
Olestra	Olestra or sucrose polyester, is a non absorbable, non-metabolized fat replacer ingredient made from sucrose and fatty acids from	Olean	Potato, corn And tortilla chips, cheese puffs, and crackers.	

	edible oils. Provides the same taste and cooking properties as full-calorie fats and oils. Can be used for frying. May cause digestive symptoms in some people. Inhibits the absorption of fat-soluble vitamins A, D, E and K but is supplemented to prevent effect. FDA status: approved as a food additive for use in savory snacks.			
Salatrim	Salatrim is a reduced calorie fat composed of glycerol and acetic propionic and butyric acids (short chain acids found in vengar and aged cheese) and stearic acid (vegetable oil). The resulting triacylglyerol can replace certain types of fat but cannot be used for frying. FDA status: GRAS petition has been filed.	Benefit	Chocolate Chocolate Coatings Confections Cookies Crackers Dairy Products (sour cream, cheese) , Margarine and snacks	

Source: Calorie Control Council, Atlanta, GA. White paper, Fat Reduction in Foods. August 1996.

Table (11) Protein – Based Fat Replacers :

Ingredients	Description	Trade Names	Applications	Calories Per Gram
Micro – particulated Protein	Made from whey protein or milk and egg protein provides the mouthfeel of fat. Digested as a protein. Can't be used for frying but is stable for baking. FDA status : GRAS ingredient	Simplesse	Dairy Products Salad Dressing Maragarine – and Mayonnaise type products Baked Goods Coffee creamer, soups and sauces	1-2
Modified why protein concentrate	Made via thermal denaturation of milk proteins (sweet whey). Improves the texture, flavor and stability of low – fat foods provides the mouthfeel of fat no suitable for frying. FDA status: GRAS ingredient.	Dairy – Lo	Milk/ dairy Products, Baked Goods Frosting Salad Dressing and mayonnaise Type products	

Table (12) Carbhydrate-Based Fat Replacers

Ingredients	Description	Trade Names	Applications	Calories Per Gram
Cellulose	Microparticles of cellulose provide the mouthfeel and flow properties of fat. Also retains moisture and acts as a texturizer and stabilizer. Does not provide flavor of fat FDA status: GRAS ingredient.	Acicel cellulose gel methocel Solka-Foc	Dairy products, sauces, frozen desserts, salad Dressings	0-4
Dextrins	Derived from tapioca, corn, potato and/or rice starches provides gelling and acts as a thickener, stabilizer and texturizer FDA status : GRAS ingredient	AmylumN-Oil	Salad Dressings Puddings Spreads Dairly-type Products and frozen desserts	4
Fiber	Provides structural integrity, volume, moisture holding capacity, adhesiveness and sheif stability in reduced – fat products, FDA status:GRAS ingredient	Opta , Oat Fiber Snowite Ultracel Ztrim	Baked Goods Meats Spread and Extruded Products	4
Gums	Can provide thickening sometimes gelling effect; can promote creamy texture. Examples include guar gum, gum Arabic, locust bean gum xanthan gum, carrageenan and pectin FDA status	Kelcogel Keltrol Slendid	Baked products Dairy Products Frozen Desserts Processed Meats salad Dressings Sauces	

	xanthan gum is an approved food additive ; other gums a – e GRAS Intredients		Spreads,and soups	
Inulin	Fiber and bulking agent extracted from chicory roots FDA status :GRAS ingredient	Raftiline Fruitafit Fibruline	Yogurt, Cheese, Frozen Desserts Baked Goods icings filling whipped cream dairy products biber supplements and processed meats	1
Maltodextrin	Gel or powder derived from hydrolyzing food grade starch from corn, potatos, wheat and tapioca, Used as a fat replacer, texture modifier or bulking agent. Can't be used for frying FDA status : GRAS ingredient	Crystalean Loretlite, Lycadex MAL TRIN Paselli LITE, Paselli EXCEL SA STAR-DRI	baked goods,dairy products, salad dressings, spreads, sauces, frostings, fillings, processed meat, frozen desserts, extruded products and beverages	4
Oatrim	Oat – based fat Replacer made by using food grade enzmes to partially hydrolyze oat starch after hydrolysis, the water soluble components of oat flour are used to replace fat and as a texturizing ingredient FDA	Beta – Trim Trim Choice	Baked Goods Filling and frostings, frozen desserts, dairy Beverages, Cheese, Salau Dressings Processed Meats and	1-4

	status : GRAS ingredient		confections	
	Water – soluble polymer of dextrose containing minor amounts of sorbitol and citric acid. Promotes moisture retention, and acts as a bulking agent and texturizer. Polydextrose is partially metabolized but mostly unabsorbed it is heat – stable: approved food additive		Chewing Gums, salad Dressing, Confections, Frozen dairy Desserts, gelatins and puddings	
Polyols	A group of sweetners (erythritol, hydrogenated starch hydrolysates (HSH) isomalt, lactitol, maltitol, mannitol, sorbitol and xylitol) that may be used to replace the bulk of fat in reduced – fat and fat – free products. FDA status: sorbitol isomalt, lactitol and HSH are GRAS ingredients xylitol is an approved food additive.	Many brands are available	Frozen dairy desserts Baked Goods Fillings and Frostings	1.6-3
Starch and Modified Food Starch	Fat replacer derived from potato, com, oat, rice, wheat or tapioca starches. Acts as a bodying agent and texture modifier. Can be	Amalean Farinex VA 15 & VA 20 instant Stellar N Lite, Opta Grade Perfectamyl	Processed Meats, salad dressings, Balked Goods Fillings and frostings, sauces,	1-4

	used with emulsifiers proteins, gums and other modified food starches FAD status: Approved food additives	AC, AX-1 & AX-2 PURE-GEL	condiments, frozen desserts and dairy	
Z-Trim	Made from insoluble fiber from oat, soybean, pea and rice hulls or from corn or wheat bran. Although heat stable, it can't be used for frying. Provides mouthfeel of fat, moistness, density and smoothness. Increases the fiber content of food FDA status:GRAS ingredient	To be determined	Baked Goods, Burgers, hot Dogs, Cheese, ice Cream and yogurt	

وفيما يلي أهم تطبيقات بدائل الدهون في مجال الألبان :

* أولاً : استخدام بدائل الدهون في الألبان المتخمرة :

لقد استخدم العديد من بدائل الدهون في صناعة اليوغورت وقد نجحت بعض هذه البدائل في تحسين صفات اليوغورت المنخفض في نسبة الدهن وفي دراسة أجريت بواسطة (Kebary and Hissein 1999) لصناعة الزبادي حيث أجرى ١٥ معاملة على الزبادي بهدف دراسة تأثير بدائل الدهن المختلفة على خواص الزبادي وهذه المعاملات هي كنترول : (٤% دهن ، ٢% دهن ، صفر % دهن) وقد استخدم Simplesse (أصل بروتيني) و Cerestar (أصل كربوهيدراتي) إما بفردهما أو كليهما معاً بمعدل ٥٠% ، ١٠٠% دهن منزوع وكانت النتائج المتحصل عليها كالتالي :

١- يحدث نقص للجوامد الكلية والقيمة السعرية وذلك بانخفاض نسبة الدهن وتزيد بزيادة تركيز بدائل الدهن ولكن لم تتأثر بنوع بديل الدهن المستخدم .
٢- نسبة البروتين والكربوهيدرات والرماد تأثر بنوع وتركيز بديل الدهن المستخدم .
٣- نسبة البروتين والرماد تزداد عند استخدام Simplesse كبديل للدهن بينما الكربوهيدرات تزيد استخدام Cerestar .
٤- لوحظ أن حموضة الزبادي تزيد بتقدم فترة التخزين بينما الجوامد الكلية والكربوهيدرات، و pH تنخفض بتقدم التخزين وأيضاً يقل انفصال الشرش .
٥- زيادة اللزوجة والخصائص الحسية بإضافة بدائل الدهن فوجد أن Simplesse يؤدي إلى زيادة اللزوجة والخواص الحسية وأكثر تأثيراً على خفض انفصال الشرش .

٦- الزبادي المصنع من لبن ٢% دهن ومضاف له ٢% Simplesse حصل على أعلى درجات التحكيم بالمقارنة بالكنترول ٤% دهن ثم الزبادي المصنع من لبن فرز وإضافة ٤% Simplesse بينما الزبادي المصنع من لبن فرز حصل على أقل الدرجات .

٧- مما سبق يتضح أنه يمكن خفض ٢٥% من الطاقة دون تأثير يذكر على خواص الزبادي باستخدام Simplesse .

ثانياً - استخدام بدائل الدهون في المثلجات اللبنية :

أجريت دراسة بهدف معرفة تأثير بدائل الدهن على الخواص الطبيعية والكيماوية والحسية للمثلجات المنخفضة في نسبة الدهن (Hussein and Badawi, 1999) حيث أجرى هذا البحث بهدف استبدال ٢٥، ٥٠ ، ٧٥ ، ١٠٠% من دهن اللبن ببدائل الدهن مثل Polydextrose ، Simplesse والتي تم إضافتها كل على حدا أو مخلوط منهما بنسبة ١ : ١ في صناعة مثلوجات لبنية منخفضة في نسبة الدهن ولقد تم تصنيع ١٢ معاملة منها ٣ معاملات نسبة الدهن بها ٣% ، و ٣ معاملات نسبة الدهن بها ٢%، و٣معاملات نسبة الدهن بها ١% و ٣ معاملات نسبة الدهن بها صفر% حيث أضيفت بدائل الدهن بنفس الاستبدال بالإضافة إلى معاملة الكنترول ٤% دهن ثم تم تخزين المعاملات لمدة ١٠ أسابيع .

وقد كانت النتائج المتحصل عليها كالتالي :

١- أدى استبدال دهن اللبن ببدائل الدهن المختلفة لزيادة الوزن النوعي والوزن بالجالون واللزوجة والحموضة بينما قلت درجة التجميد وكان هذا التأثير متناسباً مع معدل الاستبدال وكانت إضافة Simplesse أكثر تأثيراً على الوزن النوعي بالجالون واللزوجة والحموضة بينما Polydextrose كان له أكثر تأثيراً على نقطة التجميد.

٢- لم يؤثر استبدال دهن اللبن بنسبة ٥٠% على الريع في كل المعاملات بينما تأثر الريع بزيادة نسبة الإضافة عن ذلك .
٣- أدت إضافة بدائل الدهن لزيادة مقاومة المثلوجات اللبنية للانصهار.
٤- تأثرت نسبة كل من البروتين والدهن والرماد الكربوهيدرات في المثلوجات اللبنية بنوع ونسبة بدائل الدهن المستخدم ولقد انخفضت نسبة الكوليسترول والطاقة بزيادة نسبة الاستبدال .
٥- أدى إضافة بدائل الدهن إلى خفض درجات النكهة خاصة عندما زادت نسبة الاستبدال عن ٥٠% بينما تحسنت درجة الانصهار ولقد زادت الدرجات الكلية للتحكيم عند استخدام مخلوط من بدائل الدهن المستخدمة وقد أمكن استبدال دهن اللبن بمخلوط من بدائل الدهن حتى ٧٥% استبدال دون أن تتأثر خواص المثلوج اللبني معنوياً .
٦- لم يتأثر التركيب الكيماوي للمثلوجات بتخزينها بينما تأثرت الخواص الحسية قليلاً .

ثالثاً = استخدم بدائل الدهن في صناعة الجبن :

أ- دراسات على جبن الثلاجة :

لقد قام (Badawi and Kebary, 1998) بإجراء بحث على جبن الثلاجة لمعرفة تأثير بدائل الدهون على صفات جبن الثلاجة المنخفض في نسبة الدهن، في هذا البحث تم تصنيع ١٣ معاملة من جبن الثلاجة لدراسة تأثير بدائل الدهون المختلفة على التركيب الكيماوي والخصائص الريولوجية والخواص الحسية للجبن ، وتم تعديل نسبة الدهن في اللبن إلى (٤% Control ٣%، ٢% دهن والبدائل المستخدمة هي Simplesse, Dairy-10

(الأصل بروتيني) وخليط من Maltnin M 40 and M100 بنسبة ١ : ٢ (أصل كربوهيدراتي) أو أضيفت هذه البدائل بمعدل ٥٠% ، ١٠٠% من الدهن المنزوع وتم تخزين الجبن على ٦+°1 م لمدة أربع أسابيع .

وتم تحليل الجبن أسبوعياً وقد أوضحت النتائج المتحصل عليها ما يلي :

١- أدى استبدال الدهن إلى حدوث انخفاض مستوى الطاقة والكوليسترول والمحتوى من الدهن بينما أدى إلى زيادة نسبة الرطوبة والتصافي .

٢- إضافة بدائل الدهن بنسبة ١٠٠% من الدهن المنزوع أدى إلى نقص الصلابة Hardness بينما إضافة بدائل الدهن بنسبة ٥٠% من الدهن لم يؤثر معنوياً على الصلابة Hardness .

٣- المعاملات التي تم فيها إضافة بدائل الدهن بنسبة ٥٠% من الدهن المنزوع حصلت على درجات تحكيم عالية مقارنة بالاستبدال بنسبة ١٠٠% .

٤- أدى تخزين الجبن إلى نقص التصافي والرطوبة والنيتروجين الكي و PH والصلابة بينما أدى إلى زيادة الحموضة والدهن والنيتروجين الذائب والأحماض الدهنية الطيارة .

٥- كانت أكثر العينات قبولاً هي العينات المصنعة من لبن ٣%، ٢% دهن والتي استبدل الدهن بها بواسطة Simplesse وبذلك يمكن تصنيع جبن ثلاجة بخفض نسبة الدهن إلى ٥٠% واستخدام Simplesse كبديل للدهن دون تأثير معنوي على صفات الجبن .

ب- دراسات على جبن الراس :

(١) الدراسة الأولى :

تأثير بدائل الدهون على صفات جبن الراس المنخفض في نسبة الدهن (R.M Badawi, 1998) ، لقد استهدفت هذه الدراسة محاولة تصنيع جبن راس منخفض الدهن لذلك فقد تم تصنيع ٨ معاملات من جبن الراس إحداهما من لبن ٤% دهن C_1 والباقي من لبن ٢% دهن أضيف لثلاث معاملات منها بديل الدهن Simplesse بنسبة ٠,٠٦% (S1) ، ٠,١٢% (S2) ، ٠,١٨ (S3) من وزن اللبن على الترتيب وأضيف للثلاث معاملات الأخرى بديل للدهن (Dairy-Lo) بتركيزات ٠,١ (D1) ٠,٢٥ (D2) ، ٠,٥ (D3) على الترتيب أما المعاملة الثامنة فقد تم تصنيعها من لبن ٢% دهن دون أي إضافات (C2) .

وكانت النتائج المتحصل عليها بعد تحليلها إحصائياً كما يلي :

١- انخفضت نسبة الرطوبة ورقم pH وصلابة الخثرة أثناء فترة التسوية بينما زادت نسبة كلا من الدهن ، والملح ، والنيتروجين الكلي الذائب ، والكوليسترول ، الحموضة ، الأحماض الدهنية الطيارة ، الطاقة ودرجات تحكيم الجبن.

٢- أدت إضافة بدائل الدهون إلى زيادة نسبة كلا من الرطوبة والنيتروجين الذائب ، الأحماض الدهنية الطيارة الكلية ودرجات التقييم الحسي للجبن بينما قللت الإضافة من صلابة الجبن مقارنة بالجبن الذي صنع من لبن يحتوي على ٢% دهن وقد تناسبت هذه التأثيرات طردياً مع زيادة معدل إضافة بدائل الدهن .

٣- انخفضت نسبة الدهن والكوليسترول والطاقة في الجبن المصنع من لبن منخفض في نسبة الدهن .

٤- رغم أن كثير من المعاملات كانت مقبولة بواسطة التحكيم إلا أن أحسن معاملتان بعد الكنترول من لبن ٤% دهن هما المعاملتان المصنعتان من لبن ٢% دهن والمضاف لهما ١٨,٠% Simplesse ٢٥,٠% (Dairy – Lo) .

الدراسة الثانية :

في دراسة أخرى قام بها (Hussein,1999) بإجراء بحث على إسراع تسوية الجبن الراس المنخفض في الدهن المصنع بإضافة بدائل الدهن .

لقد وجد أن جبن الراس المنخفض في نسبة الدهن يحتاج إلى فترة تخزين طويلة للحصول على جبن ذو صفات حسية جيدة لذلك فإن هذا البحث يهدف إلى إسراع تسوية جبن الراس المنخفضة في نسبة الدهن والمصنع بإضافة بدائل الدهن وذلك باستخدام الأنزيمات التجارية أو بكتريا L. Helveticus المعاملة بالتجميد أو مخلوط منهما وقد تم في هذا البحث تصنيع ٦ معاملات من جبن الراس المنخفضة في نسبة الدهن وذلك من لبن ٢% دهن وثلاث معاملات أضيف إليها بديل الدهن Simplesse بنسبة ١٨,٠% والثلاث الأخريات أضيف إليها بديل الدهن Dairy-10 بنسبة ٢٥,٠% بالإضافة إلى ذلك تم تصنيع معاملتين (كنترول) إحداهما من لبن يحتوي على ٢% دهن والأخرى من لبن يحتوي على ٤% دهن .

أدت إضافة بدائل الدهون إلى زيادة نسبة الرطوبة والنيتروجين الكلي والنيتروجين الذائب والنيتروجين الغيربروتيني والحموضة والأحماض الدهنية الطيارة كما تحسنت الخواص الحسية بينما أدت إلى انخفاض نسبة الدهن وال pH وصلابة الجبن ولقد أدى إضافة الإنزيمات أو بكتريا L. helveticus وكذلك خليط منها لإسراع تسوية الجبن وقد احتوت الجبن المضاف إليها

الإنزيمات على أعلى تركيزات من دلال التسوية وهي النيتروجين الذائب والنيتروجين غير بروتيني والأحماض الدهنية الطيارة الكلية يليها في الترتيب الجبن المصنعة من إضافة خليط من الإنزيمات والبكتريا المعاملة بالتجميد ثم الجبن المصنعة بإضافة البكتريا المعاملة بالتجميد بمفردها .

حصلت الجبن المصنعة بإضافة الإنزيمات على أعلى الدرجات بعد ٨ أسابيع ثم بدأت تقل الدرجات المعطاة لها أثناء التحكيم بينما الجبن المصنعة بإضافة خليط من الأنزيمات والبكتريا المعاملة بالتجميد وكذلك الجبن المصنعة بإضافة البكتريا بمفردها حصلت على أعلى الدرجات بعد ١٢ أسبوعاً وحافظت على هذه الدرجات حتى نهاية فترة التسوية أي أنه لم يحدث تدهور في خواصها الحسية . حصلت الجبن المصنعة بإضافة Simplesse على درجات أعلى من الجبن المضاف إليها Dairy-Lo في كل حالة .

توضح النتائج المتحصل عليها إنه يمكن تصنيع جبن راس منخفضة في نسبة الدهن جيدة الصفات بعد ٨ أسابيع باستخدام الأنزيمات التجارية وكذلك الحصول على جبن مشابهة وللكنترول ٤% دهن بعد ١٢ أسبوعاً باستخدام مخلوط من الأنزيمات التجارية والبكتريا المعاملة بالتجميد أو البكتريا المعاملة بالتجميد بمفردها .

(ج) دراسات على جبن الإيدام :

أجريت دراسة لمعرفة تأثير إضافة بدائل الدهون على خواص جبن الأيدام المنخفض في الدهن (Kebary, et al 2002) في هذا البحث تمّ تصنيع ١٥ معاملة من جبن الإيدام منخفض الدهن وذلك لدراسة تأثير إضافة (Simplesse 100) ، (Dairy –Lo) على صفات جبن الايدام منخفض الدهن حيث تم تصنيع الجبن القياسي (الكنترول) من لبن يحتوي على ٣% دهن

وكذلك تم تصنيع ٧ معاملات من لبن يحتوي على ٢% دهن . كما أجرى ٧ معاملات أخرى من لبن ١% دهن ولقد أضيف (Simplesse 100) بتركيزات ٠,٠٥ ، ٠,١٠ ، ٠,١٥% لثلاث معاملات صنعت من لبن ٢% دهن وثلاث معاملات أخرى صنعت من لبن ١% دهن أما بالنسبة (Dairy- Lo) أضيفت ٦ معاملات أخرى كما في حالة (Simplesse 100) ولكن بنسبة ٠,١ ، ٠,٢ ، ٠,٤ % .

ولقد أوضحت النتائج المتحصل عليها ما يلي :

١- أدى خفض نسبة دهن اللبن المصنع من الجبن إلى خفض نسبة الرطوبة ، الدهن ، الحموضة ، وقيم دلائل التسوية (النتروجين الذائب والتيروسين الذائب ، التربتوفان الذائب والأحماض الدهنية الطيارة الكلية) .
٢- أدى إضافة بدائل الدهون لزيادة نسبة الرطوبة والبروتين الكلي والحموضة وقيم دلائل التسوية وكذلك درجات التحكيم وكانت هذه الزيادة ذات علاقة طردية مع تركيز بدائل الدهن المضافة .
٣- احتوت المعاملات المصنعة بإضافته (Dairy-LO) على نسب أعلى من الرطوبة والحموضة وقيم دلائل التسوية عن تلك الخاصة بالمعاملات المقابلة المصنعة بإضافة Simplesse 100 .
٤- ازدادت نسب الدهن والبروتين الكلي والحموضة وقيم دلائل التسوية ودرجات التحكيم بتقدم فترة التسوية بينما انخفضت نسبة الرطوبة في كل عينات الجبن .
٥- كانت أحسن المعاملات هي تلك المصنعة من لبن يحتوي على ٢% دهن وإضافة ٠,١% (Dairy-LO) يليها الجبن المصنع من نفس نوع اللبن ولكن بإضافة ٠,١٥ من Simplesse 100 أعقبها الجبن القياسي وهو المصنع من لبن يحتوي على ٣% دهن .

أجريت دراسة أخرى على إسراع تسوية الجبن الايدام المنخفض في نسبة الدهن والمصنع بإضافة بدائل الدهون .

في هذا البحث تم تصنيع ٥ معاملات من جبن الايدام منخفض الدهن ثلاث منها تم تصنيعها من لبن ٢% دهن أضيف Simplesse 100 ، (Dairy-LO) إلى معاملتين صنعتا من لبن ١% دهن بتركيز (٠,١٥%+٠,١٠%) ، (٠,١٠%+٠,٣٥%) على التوالي وقد أضيف (100 Simplesse) ، (dairy-LO) إلى معاملتين صنعتا من لبن ١% دهن بتركيز ٠,١٥% و ٠,٢٠% على الترتيب ، ولقد تم إعداد خمس معاملات أخرى كما سبق وأضيف إلى هذه المعاملات بكتريا L.Helveticus المعاملة بالصدمة بالتجميد وكذلك تم إعداد خمس معاملات أخرى وأضيف لها مخلوط من إنزيم Accelase ، Lipozyme .

ولقد أوضحت النتائج المتحصل عليها ما يلي :

١- احتوى الجبن المصنع من لبن ٢% دهن على نسب دهن ، رطوبة، قيم دلائل التسوية (النيتروجين الذائب ، والتيروسين الذائب - التربتوفان الذائب والأحماض الدهنية الطيارة الكلية) أو درجات تحكيم أعلى من تلك الخاصة بالمعاملات المقابلة من لبن ١% دهن .

٢- أدت إضافة عوامل إسراع التسوية سواء البكتريا أو الإنزيمات التجارية لزيادة قيم ودلائل التسوية ودرجات التحكيم بينما لم تؤثر على نسب الرطوبة والدهن والنيتروجين الكلي والحموضة .

٣- احتوت المعاملات المصنعة بإضافة الأنزيمات على قيم أعلى من دلائل التسوية عن المعاملات المصنعة بإضافة بكتريا L.Helveticus المعاملة بالصدمة بالتجميد .

٤- ازدادت نسب الدهن والنيتروجين الكلي والحموضة وقيم دلال التسوية ودرجات التحكم بتقدم فترة التسوية بينما انخفضت نسبة الرطوبة .

٥- ازدادت درجات التحكيم للجبن المصنع من لبن ٢% دهن والمضاف إليها بكتريا L.Helveticus بتقدم فترة التسوية ووصلت إلى أعلى درجاتها بعد ستين يوماً من بدء فترة التسوية وثبتت درجات التحكم في نهاية فترة التسوية بينما المعاملات المصنعة من نفس نوع اللبن والمضاف إليها الإنزيمات وصلت لأعلى درجات التحكم بعد ٤٥ يوماً ثم انخفضت درجات التحكم بها بعد ذلك حتى نهاية فترة التسوية .

٦- كانت أكثر المعاملات قبولاً هي تلك المصنعة من لبن ٢% (دهن والمضاف إليه (L.Helveticus) المعاملة بالصدمة بالتجميد (El-sonbaty et al, ٢٠٠٢) .

د- دراسات على الجبن المطبوخ :

استهدف هذا البحث تصنيع الجبن المطبوخ منخفض الدهن وذلك بإحلال بدائل الدهن المختلفة محل الزبد المستخدم في صناعة الجبن المطبوخ كمصدر للدهن وقد تم في هذا البحث استبدال نسب من الزبد بواسطة ثلاث بدائل للدهن أحدهم بروتيني الأصل وهو Dairy – Lo والآخرين من أصل كربوهيدراتي مثل ceraster، Maltrim ولقد تم تخزين الجبن في الثلاجة لمدة ثلاث شهور وحللت العينات شهرياً لتقييم التركيب الكيماوي والصفات الطبيعية والخواص الحسية .

ولقد أوضحت النتائج المتحصل عليها ما يلي :

١- انخفضت نسبة كلا من الرطوبة ورقم الـ PH والخواص الحسية ودرجة انصهار الجبن انخفاضاً بسيطاً بينما زاد معدل انفصال الزيت ونسبة الكربوهيدرات في حين لم تتغير نسبة كلا من : النتروجين الكلي والرماد والكوليسترول والطاقة أثناء فترة تخزين مفرودات الجبن .

٢- أدى استبدال دهن اللبن بواسطة Dairy-Lo إلى زيادة نسبة النتروجين الكلي والرماء وتحسين الصفات الحسية لمفرودات الجبن بينما أدى إلى انخفاض درجة انصهار الجبن ومعامل انفصال الزيت وعلى النقيض من ذلك أدى إحلال دهن اللبن بواسطة كلاً من Cerester، Maltrin إلى زيادة نسبة معامل انفصال الزيت ودرجة انصهار مفرودات الجبن .

٣- أدى استبدال دهن اللبن (الزبد) ببدائل الدهن إلى انخفاض نسبة الرطوبة ، الدهن ، الكوليسترول والطاقة في مفرودات الجبن الناتجة وازداد هذا الانخفاض بزيادة نسبة الإحلال .

٤- تحسنت الصفات الحسية لمفرودات الجبن عند استبدال ٥٠% من كمية الزبد بـ Dairy -Lo بينما لم تختلف الصفات الحسية لمفرودات الجبن عند استبدال كل كمية الزبد المستخدمة في صناعة مفرود الجبن بواسطة Dairy -Lo مقارنة بالجبن الكنترول ، لذلك فإنه يتضح من هذا البحث أنه يمكن استبدال حوالي ٤٠% من دهن مفرود الجبن بواسطة Dairy - LO دون حدوث تغيرات معنوية في صفات وخواص الجبن الناتج .

لقد أجريت دراسة أخرى على تحسين الجبن المطبوخ المنخفض في نسبة الدهن (Hussein and other,1999) ، استهدفت هذه الدراسة تصنيع أغذية الجبن المطبوخ المنخفض الدهن بإحلال بديل الدهن Dairy –Lo المستخدم في صناعة أغذية الجبن المطبوخ بتركيزات مختلفة وإضافة مركز بروتينات الشرش وتأثير ذلك على جودة الجبن الناتج ولقد تم تخزين الجبن على درجة حرارة ٦ ± 2° م لمدة ثلاث شهور وحللت العينات شهرياً لتقييم التركيب الكيماوي والصفات الطبيعية والخواص الحسية .

ولقد أوضحت النتائج المتحصل عليها ما يلي :

١- أدى استبدال دهن اللبن (الزبد) ببديل الدهن Dairy-Lo إلى زيادة معنوية في نسبة النيتروجين الكلي ، الرماد ، الكربوهيدرات ، درجة الانصهار ، درجة المطاطية بالإضافة إلى تحسين الخواص الحسية وخصوصاً القوام والتركيب بينما أدى إلى انخفاض معنوي في نسبة الدهن والكوليسترول والقيمة السعرية ودرجة انفصال الدهن.

٢- زادت نسبة كلاً من النيتروجين الكلي ، الرماد ، درجة انفصال الدهن ، بينما انخفضت نسبة الرطوبة ، الدهن ، الكوليسترول ، القيمة السعرية ، درجة الانصهار ، درجة المطاطية ودرجة التقييم الحسي أثناء فترة تخزين مفرودات الجبن .

٣- أوضحت هذه الدراسة أن أفضل معاملات الجبن المطبوخ الناتج هي تلك المتحصل عليها باستخدام Dairy-Lo بنسبة ٥٠ ، ٧٥ % من دهن اللبن المستخدم في التصنيع .

النكهات الناتجة من تحلل الدهن

يحلل إنزيم الليبيز الجلسريدات الثلاثية باللبن مسبباً واحداً من أهم عيوب النكهة والتي يطلق عليها lipolyzed flavour وهي النكهة التي تنتج عن تحلل دهن اللبن وانفراد أحماض دهنية والتي إن وجدت بنسب صغيرة جداً تسبب ظهور الطعم المر ونكهة حادة غير محببة تميز الأحماض Butyric (C4), Caproic (C6), Caprylic (C8) وأحياناً ما يطلق على هذه النكهة بطريق الخطأ تعبير Rancid الذي يطلق على النكهة الناتجة عن أكسدة الدهن - كذلك تطلق تعبيرات أخرى على هذه النكهة مثل : Goaty, Soapy, Butyric, Bitter يطلق بطريق الخطأ لأن النكهة Bitter من الممكن أن تنتج عن التحلل البروتيني.

- **إنزيمات الليبيز في اللبن** :

لقد وجد أن اللبن يحتوي على نوعين من إنزيمات الليبيز - الأول يطلق عليه Membrane Lipase ويوجد مرتبط ارتباطاً غير عكسي بغشاء حبيبة الدهن ويسبب التحلل الذاتي لدهن اللبن - والثاني يطلق عليه Plasma lipase ويوجد في سائل اللبن مرتبط بالكازين حتى تتهيأ الظروف له ليرتبط بحبيبة الدهن .

- ويحتوي اللبن على ٣ أنواع من **Esterases** :

A type esterase* :

تحلل Aromatic esters مثل phenyle acetate ولا يتم تثبطه بـ Orgonophosphates .

B-type Esterases* :

تحلل Choline esters وتثبط بواسطة Organophophates .

: C-type Esterases*

وجد أن اللبن يحتوي على إنزيم Lipoprotein lipase الذي يهاجم فقط الدهن المرتبط بالبروتين .

- **عملية التحلل الدهني :**

أشارت الأبحاث إلى وجود نوعين من النكهة الناتجة عن تحلل الدهن :

" Un clean " وهذه تحدث نتيجة التحلل الذاتي للدهن Spontaneous lipolysis.

" Sickening " وهذه تحدث عند خلط لبن خام بلبن مجنس أو عند الخض لإنتاج الزبد أو بعد عمليات الرج الشديدة أو بعد التغيرات السريعة في درجة الحرارة حيث يحدث ما يطلق عليه Induced lipolysis .

- **التحلل الذاتي للدهن :**

يحدث هذا النوع من التحلل نتيجة نشاط إنزيم الليبيز في اللبن وبدون أي عامل مساعد لعملية التحلل وينتج عنه تركيزات كبيرة من الأحماض الدهنية في مدة قصيرة ومن العوامل التي تؤثر على هذا النوع من التحلل هي :

سرعة ومدى التبريد ، تكون بلورات الثلج في خزان اللبن ، مرحلة الحلب ، نوع الغذاء ، الحالة الفسيولوجية للحيوان .

خصائص التحلل الذاتي الدهني

- **حساسية اللبن للتحلل الدهني** :

عادة ما يقاوم اللبن حدوث التحلل الدهني وظهور الرائحة غير المرغوبة بـه ، ولكن هذا العيب يظهر بسرعة عند تعرض اللبن الخام للرج الـشديد أو للتجميـد ومع ذلك فإن بعض الأبقار تنتج لبناً يحدث التحلل الـدهني بـه بـدون أي عامـل مساعد آخر (الرج الـشديد أو التجميـد) لـذا يطلـق علـى هـذا النـوع مـن اللـبن Spontaneous milk ويطلق على عملية التحلل الـسهلة هـذه Spontaneous lipolysis ولذلك فإن اللبن المنتج من أبقار في آخر مرحلة الحلب وتتغذى على عليقـة جافـة يكون أكثر عرضة للتحلل الدهني وتغير النكهة به عن اللبن العادي وذلك لضعف غشاء حبيبات دهن اللبن في هذه المرحلة من الحلب.

واللبن الحساس للتحلل بهذه الـسرعة " Spontaneous milk" عنـدما يخـرج مـن الضرع يكون دافئاً وحركته في أجهـزة الحلـب الآلي وتعرضـه للـضغط في أنابيـب طويلة تجعله أسرع تأثراً بالتحلل الدهني .

ومن الممكن تجنـب هـذا النـوع مـن التحلـل وذلـك بخلـط لـبن عـادي بلـبن Spontaneous في خلال ساعة من الحلب وذلك بنسبة ٤ : ١ .

تبريد اللبن :

اللبن الذي يحفظ بعد الحلب مباشرة على درجة حرارة أقل من ١٥ درجـة مئوية يكون أكثر عرضة للتحلل الذاتي حيث وجد أنه كلما انخفضت درجة الحرارة (بدون تجميد) كلما زادت احتمالية حدوث التحلل الدهني - كـذلك فـإن تـأخير التبريد يقلل من سرعة حدوث التحلل الدهني لذا فإنه مـن الممكـن منع حـدوث Spontaneous lipolysis وذلك بتبريد اللبن بعد ساعة واحدة من الحلب وليس أكثر حيث وجد أن تأخير التبريد للبن بعد الحلب لأكثر من ساعة لا يمنع حدوث هـذا العيب .

عوامل حيوية :

تتأثر حساسية اللبن للـ Spontaneous lipolysis بعدة عوامل من أهمها كمية إنزيم الليبيز – فعلى سبيل المثال نجد أن طبيعة الغشاء المحيط بحبيبة دهن اللبن تحدد ما إذا كان الإنزيم يستطيع مهاجمة دهن اللبن عند تبريده أم لا . ويعتقد بأن اللبن العادي Normal milk يحتوي على عامل مثبط مما يمنع حدوث Spontaneous lipolysis – وعندما يخلط اللبن العادي بهذا اللبن الحساس للتحلل الدهني فإن العامل المثبط يمنع وصول إنزيم الليبيز إلى الدهن – ويعتقد (Allen, 1994) ان الـ Spontaneous Lipolysis تحدث بسبب احتواء اللبن على مادة معينة تسبب زيادة نشاط إنزيم الليبيز به وتنتقل هذه المادة إلى اللبن من دم الحيوان ويرجع سبب هذا الاعتقاد إلى أنه عند إضافة سيرم الدم إلى اللبن العادي فإن إنزيم الليبيز باللبن ينشط ويحلل الدهن بصورة سريعة جداً .

عوامل خاصة بالحيوان :

لوحظ وجود اختلافات واسعة بين ألبان الأبقار المختلفة في حساسيتها للتحلل الذاتي Spontaneous lipolysis ويرجع ذلك إلى الاختلافات في مرحلة الحلب ، نوع التغذية ، فصل السنة ، سلالة الحيوان، الإصابة بمرض التهاب الضرع ، كمية اللبن والدهن (Steffert,1993).

مرحلة الحلب :

وجد أن بعض الأبقار ينتج Spontaneous lipolysis milk عند بداية مرحلة الحلب بينما البعض الاخر ينتج هذا اللبن عند نهاية مرحلة الحلب وبعض الأبقار تنتج هذا اللبن في بداية مرحلة الحلب وفي نهاية مرحلة الحلب ، والمرحلة الوسيطة ينتج فيها لبن خال من هذا العيب – كذلك فإن الأبقار التي تنتج milk Spontaneous في مرحلة حلب من الممكن ألا تنتجه في المرحلة التالية و العكس صحيح ولقد ذكر أنه كان من الممكن أن ينتج هذا اللبن في نهاية مرحلة الحلب إذا ما تغذت على غذاء منخفض الجودة .

تغذية الحيوان :

أن من أهم أسباب إنتاج هذا اللبن في نهاية فصل الحلب هو عدم وجود المرعى للحيوان حيث وجد أن الأبقار التي تتغذى على عشب منخفض في الطاقة تنتج هذا النوع من اللبن – وأن حساسية اللبن للتحلل الدهني الذاتي تزداد بانخفاض كمية اللبن الناتج من الحيوان وقد حيث إن كمية اللبن لها علاقة بتغذية الحيوان وجد أن التغير من مستوى منخفض في التغذية إلى مستوى أعلى أدى إلى تقليل احتمالية حدوث هذا العيب .

فصل السنة :

وجد أن الخريف والشتاء من أكثر الفصول التي يظهر بها هذا العيب – كذلك وجد أن هذا اللبن يقل إنتاجه في فصلي الربيع والصيف عندما تتغذى الأبقار في المراعي وأن اللبن Spontaneous ينتج من أبقار في نهاية فصل الحلب أو كانت تغذيتها ضعيفة .

سلالة الحيوان :

الأبقار من سلالة Jersey تنتج لبناً حبيبات الدهن به كبيرة لذا فعند تعرضه للرج يحدث تمزق حبيبة الدهن ويصبح الدهن معرض لتأثير إنزيم الليبيز عليه.

الإصابة بمرض التهاب الضرع :

الأبقار التي تعاني من مرض التهاب الضرع أو التى لها تاريخ مرضى تنتج لبن من السهل حدوث تحلل دهني به حيث وجد أن الأحماض الدهنية الحرة (FFA) تكون ٧٥% أعلى في لبن Mastitis عن اللبن العادي – وقد وجد أن هناك علاقة إيجابية بين مستوى (FFA) ومرض التهاب الضرع ومحتوى اللبن من الخلايا الطلائية .

التحلل الدهني المنشط
Induced Lypolysis

يحدث هذا النوع من التحلل الدهني عند ما يتعرض اللبن الخام أو القشدة إلى الرج الشديد Excess agitation or turbulence مما يؤدي إلى تهتك غشاء حبيبة الدهن وبالتالي يصبح الدهن عرضة لإنزيم الليبيز . وهناك العديد من العوامل التي تساعد في حدوث هذا التحلل مثل : الرج والتجنيس والتجميد والتغير الشديد غير المنتظم في درجات الحرارة.

عوامل تنشيط التحلل الدهنى المنشط :-

الرج الشديد :

وجد أن الرج الشديد أو خلط اللبن بالهواء بشدة من أهم عوامل ظهور Induced Lipolysis ويحدث هذا أثناء مرور اللبن في الأنابيب ولقد وجد أنه لا يحدث تنشيط لإنزيم الليبيز في اللبن الذي حدث له رج شديد في غياب الهواء - وشدة الرج ودرجة حرارة اللبن أثناء الرج لهما علاقة وثيقة بكمية التنشيط وبالتالي بما سيحدث من تحلل دهني أثناء تخزين اللبن .

تغيرات درجة الحرارة :

أظهرت الأبحاث أن هذا النوع من التحلل Induced Lipolysis يحدث عندما يتعرض اللبن الخام الطازج للتبريد السريع إلى ٥°م أو أقل ثم التدفئة إلى ٢٥-٣٥°م ثم التبريد بعد ذلك ثم التخزين .

التجنيس :

تجنيس اللبن وتفتيت حبيبات الدهن إلى الحجم الأصغر يسرع من Induced lipolysis وذلك لأن التجنيس يؤدي إلى فقد حبيبات الدهن للغشاء الذي يحميها من تأثير أنزيم الليبيز ويتكون حولها غشاء جديد من جسيمات الكازين ولكنه يكون ضعيف البناء ومنفذ للأنزيمات وبالتالي فإن عملية

التجنيس تساعد على إتصال دهن اللبن بإنزيم الليبيز المرتبط بكازين اللبن وللتغلب على هذه المشكلة يجب بسترة اللبن قبل تجنيسه لتثبيط انزيم الليبيز به أو إجراء البسترة مباشرة بعد التجنيس -ويجب عدم خلط لبن مبستر مجنس مع لبن خام غير مجنس وذلك لعدم مهاجمة الليبيز من اللبن الخام للدهن من اللبن المبستر المجنس .

التجميد والإسالة :

عملية التجميد تؤدي إلى تهتك الغشاء المحيط بحبيبة الدهن نتيجة احتكاك بلورات الثلج المحيط معها وعند التسييل او التسييح يخرج جزء من الدهن من الحبيبة المزقة ويصبح عرضة لتأثير إنزيم الليبيز وبالطبع فإن تكرار التجميد والتسييح يسبب زيادة حدوث induced lipolysis .

تأثير درجة الحرارة :

وجد أن لدرجة الحرارة أُثناء عمليات الرج علاقة بتنشيط إنزيم الليبيز حيث وجد أن الليبيز يكون أقل نشاطا في اللبن المبرد عنه في اللبن الدافيء وأن حساسية الليبيز للتنشيط تزداد بزيادة درجة الحرارة من ٥ إلى ١٥°م لذا يجب حفظ اللبن باستمرار على درجة حرارة ٥°م أثناء التداول .

درجة الحرارة أثناء التخزين :

وجد أنه إذا حدث تنشيط لإنزيم الليبيز باللبن بالتجنيس فإن درجة التحلل الدهني تكون أقل عند تخزين اللبن على درجة حرارة منخفضة .

ماكينات الحلب :-

تأثير عمليات الحلب :

تنشيط إنزيم الليبيز عادة ما يحدث بسبب التصميم أو التركيب الخاطيء أو عدم صيانة ماكينات الحلب حيث تسمح العيوب المختلفة في ماكينات الحلب بمزج كمية كبيرة من الهواء مع اللبن مما يؤدي إلى تنشيط إنزيم الليبيز .

الأنابيب :

وجد أنه بزيادة طول الأنابيب وعدد الوصلات والانحناءات يزداد تنشيط إنزيم الليبيز . كذلك فإن الأنابيب ذات الأقطار الصغيرة تسبب تنشيط إنزيم الليبيز بسبب الرج الشديد الذي يتعرض له اللبن فيها .

المضخات :

يحدث أيضا تنشيط للبن بسبب العمل المتصل للمضخات عند دخول الهواء خلال الجوانات المعيبة والمتآكلة .

خزان حفظ اللبن :

تعمل الرغاوي المتكونة في خزان اللبن على تنشيط التحلل induced lipolysis وقد يحدث التنشيط أيضا بسبب توقف عملية التبريد لفترة أثناء تخزين اللبن في المزرعة .

تأثير عمليات التصنيع :

يعتبر ضخ اللبن بواسطة المضخات وفصل الدهن منه في مصانع الألبان من أهم العوامل التي تساعد على تنشيط إنزيم الليبيز باللبن - فضخ اللبن يسبب تكسير حبيبات الدهن واختلاط الهواء معه من خلال الجوانات التالفة وبالتالي سهولة تأثير إنزيم الليبيز عليه .

تزداد عملية التحلل الدهني بزيادة طول الأنابيب في جهاز البسترة وبزيادة رج اللبن .

ويعتبر التغير في درجة الحرارة والتأثير الميكانيكي للفراز في مصانع الألبان من أهم العوامل التي تجعل اللبن أكثر عرضة للتحلل الدهني لأنه بعد حفظ اللبن على حوالي ٣°م يسخن إلى ٣٠-٥٠°م حتى تصبح حرارته ملائمه لفصل الدهن ثم تخفض درجة حرارة القشدة إلى ٣°م مرة ثانية - هذه التغيرات في درجة الحرارة لها دور في زيادة حساسية اللبن للتحليل الدهني .

الخصائص الكيميائية لنكهة تحلل الدهن

تعتبر الأحماض الدهنية الطيارة قصيرة السلسلة المنفردة نتيجة تأثير إنزيم الليبيز على جلسريدات اللبن هي المسئولة عن ظهور lipolytic flavour في اللبن - ولقد وجد أن هذه النكهة ترجع إلى وجود الحمض الدهني Butyric (C4) بينما أوضحت ابحاث أخرى أنه عند إضافة ١٦ حمض دهني إلى اللبن وجد أن الأحماض Lauric (C_{12}), caproic (C_6) , (C_8),capric (C_{10}) caprylic فقد تسبب ظهور النكهة الغريبة المميزة لتحلل الدهن - وأن الأحماض C_{10} , C_{12} تسبب ظهور النكهة الزنخة وأن إضافة الحمض (C_4) butyric إلى اللبن تسبب ظهور رائحته فقط ولا تسبب ظهور نكهة التحلل الدهني المميزة - ولقد وجد أن نكهة التحلل الدهني ترجع أساسا لوجود الأحماض الدهنية الطيارة C_{12} C_4 وإنه لا يوجد حامض دهني بعينه من (C_4) Butyric وحتى Lauric (C_{12}) يلعب دورا رئيسيا في تلك النكهة وأن الأحماض الدهنية طويلة السلسلة C_{14} C_{18} لها دور بسيط في ظهور هذه النكهة .

المواد الكيميائية التي تثبط تحلل الدهن :

هناك عدد من المركبات الكيميائية التي تثبط نشاط إنزيم الليبيز بنسب تتراوح بين ٧,٦ -٤٩,٨% مثل :

Aureomycin (Chlorotetracycline hydrochloride), penicillin, streptomycin, Terramycin. وجد أن كل من الكازين النقي ؛ ألفا كازين ؛ بيتا كازين؛ جاما كازين ؛ ألفا لاكتالبيومين؛ بيتا لاكتوجلوبيولين تثبط إنزيم الليبيز حيث ترتبط به مكونة معقد .

ويحتوي إنزيم الليبيز على مجاميع سلفا هيدريل حرة ومرتبطة ولذلك فهو حساس جدا ويتم تثبيط نشاطه بالعوامل المؤكسدة مثل أيونات النحاس والحديد- كذلك يتأثر نشاطه بفوق أكسيد الهيدروجين والتعرض للضوء .

يقوم كل من الليسثين والكازين بحماية مستحلب دهن اللبن عند إضافة إنزيم الليبيز إلى اللبن وإضافة التربسين تقلل من التأثير الحامي للكازين لدهن اللبن.

ويعتقد أن عملية التحلل الدهني يزداد نشاطها في كل من مستحلب دهن اللبن واللبن الخام بإضافة إنزيم phospholipase C والذي يعمل على انفصال الفوسفوليبيدات التي تحمي حبيبات دهن اللبن من تأثير الأنزيم .

ولتجنب حدوث تحلل للدهن يجب اتباع الآتي :

- تبريد اللبن إلى درجة حرارة٥م عقب الحلب مباشرة مع تجنب الرج والتجميد لتأثيرها السيء على غشاء حبيبة الدهن .
- المحافظة على درجة حرارة اللبن الخام على درجة حرارة ٥م
- تجنب نقل اللبن الخام (في عبوات صغيرة أو في خزانات كبيرة) لمسافات طويلة- مع تجنب الرج الشديد .

النكهة المؤكسدة :

بالإضافة إلى النكهة التي تنشط نتيجة تأثير الضوء والتي سبق مناقشتها فإن هناك نكهة مؤكسدة تظهر نتيجة الأكسدة الضوئية لدهن اللبن - هذه النكهة تأخذ وقتا طويلا حتى تظهر أو بمعنى آخر تظهر بعد وقت أطول من Activated flavour والعوامل التي يؤثر على النكهة Activated تؤثر أيضا على النكهة Oxidized فيما عدا التجنيس ؛ فالتجنيس يسبب عدم ظهور هذه النكهة باللبن نظرا لتكوين غشاء كازيني حول حبيبات الدهن الجديدة يحميها من تأثير الأكسدة كذلك وجد أن محتوى اللبن من Ascorbic acid له دور في اكسدة الدهن به حيث أن أكسدة الدهن تكون مصاحبة دائما لأكسدة Ascorbic acid .

جدول (١٣)
يوضح تأثير ضوء الشمس على نسبة الفقد في كل من Riboflavin , Ascorbic acid باللبن المبستر المعبأ في عبوات مختلفة

مدة التعرض بالساعة	Riboflovin مدة التعرض بالساعة			Ascorbic acid مدة التعرض بالساعة		
مواد التعبئة	٣	٢	١	٣	٢	١
عينة غير معرضة للضوء	٠	٠	٠	٠	٠	٠
عبوة بلاستيك أبيض/أسود	٣,٧	١,٦	١,١	١٦	١٦	٠
عبوة كرتون	٩,١	٣,٧	٣,٢	٣٥	٣٥	٥,٥
زجاجة بنية اللون	١١,٠	٧,٥	٧,٥	٧١	٦٦	١٨,٠
زجاجة شفافة	٥٠,٠	٣٩,٠	٢٨,٠	٩٦	٩٢	٨٩,٠
عبوة من البلاستيك الأبيض	٥٠,٠	٣٦,٠	٢٥,٠	٩٦	٩٤	٧١,٠

على الرغم من أكسدة ليبيدات اللبن هي المسبب الرئيسي لوجود المركبات الطيارة المسئولة عن ظهور هذه النكهة إلا أن الشواهد تؤكد أن الزيادة في تركيز كل من Acetaldehehyde , n-Pentanal في اللبن المعرض للضوء تأتي من الجزء غير الدهني في اللبن .

وقد قام أحد العلماء بدراسة التغيرات التي تحدث في بعض مركبات الكربونيل الطيارة في اللبن الكامل واللبن المجنس واللبن الفرز حيث عرض هذه الألبان لضوء الشمس المباشر مرة وفي المرة الأخرى أضاف النحاس إلى كل منها ووجد أن تعرض اللبن الفرز لضوء الشمس المباشر لمدة ٢٠ دقيقة أدى إلى زيادة ملحوظة في تركيز Acetaldehyde (من ٨,٣ – ٢٦,٦ جزء من المليون)؛ n-Pentanal (من ٢,٤ – ١٥,٤ جزء في المليون) وزيادة طفيفة في Propanal,n-Hexanal وإضافة النحاس بتركيز ٢جزء فى المليون إلى اللبن الفرز لم يؤدي إلى أي زيادة في تركيز المركبات الطيارة السابقة ذكرها .

تعرض اللبن المجنس للضوء أدى إلى زيادة تركيز n-Pentanal acetaldehyde وهي مركبات مرتبطة أكثر بالجزء غير الدهني من اللبن بينما وجد أن إضافة النحاس إلى اللبن المجنس أدت إلى زيادة تركيز كل من Propanal , n-Hexanal وهي المركبات المرتبطة أكثر بأكسدة الدهن - كذلك لوحظ زيادة تركيز المركبات الطيارة الناتجة من كل من اللبن الكامل واللبن المجنس عنه من اللبن الفرز عند التعرض لكل من ضوء الشمس المباشر أو النحاس وهذا يوضح أن دهن اللبن يلعب الدور الأكبر في هذه النكهة .

النكهات الناتجة عن تأثير الضوء :

تشير المعلومات القديمة عن النكهة غير المرغوبة الناتجة عن تعرض اللبن للضوء إلى أنها نوع واحد ولكن في عام ١٩٣١ أوضح الأبحاث أن هناك نوعين من النكهة أشار إلى الأولى على أنها نكهة ناتجة عن أكسدة دهن اللبن بالضوء Photo-induced lipid oxidation وأشار إلى الثانية على أنها نكهة ناتجة عن تعرض اللبن لضوء الشمس " Sunlight " or " Burnt " ثم ظهرت تعريفات كثيرة لهذا النوع من النكهة منها : Gabbage, Mushroom, Burnt, feather, Burnt protein, Scorched ثم أقتراح أن تكون التسمية Activated flavour .

العوامل المؤثرة على النكهات الناتجة عن تأثير الضوء

***مصدر وكمية الضوء** :

تم دراسة العلاقة بين هذه النكهة ومدة تعرض اللبن لضوء الفلوروسنت ووجد أن النكهة لم تظهر بمجرد تعرض اللبن للضوء ولكنها تظهر وتزداد في التركيز خلال الأربع ساعات الأولى من التخزين ، ولقد لوحظ أيضاً أن زيادة مدة التعرض لهذا الضوء يؤدي إلى ظهور النكهة المؤكسدة باللبن ، ولقد ذكر أن التعرض لضوء النهار العادي يؤدي إلى ظهور هذه النكهة .

*** الطول الموجي للضوء** :

وجد أن تعرض اللبن لضوء ذو طول موجي أقل من 460 nm أدى إلى سرعة ظهور هذه النكهة غير المرغوبة في اللبن .

كذلك وجد أن الزجاج الأحمر الداكن أدى إلى حماية اللبن من نكهة أشعة الشمس وذلك لعدم نفاذية الضوء ذو الطول الموجي الأقل من 600nm خلال هذا الزجاج بالإضافة إلى أن معدل ظهور النكهة كان أسرع عند استخدام فلوروسنت أصفر ذو الطول الموجي الأقل من 540nm .

***درجة حرارة اللبن** :

وجد أن زيادة درجة حرارة تخزين اللبن تؤدي إلى زيادة تركيز النكهة الناتجة عن تأثير الضوء ويرجع ذلك إلى زيادة سرعة التفاعلات الخاصة بهذه النكهة بزيادة درجة حرارة التخزين. ولقد لوحظ انخفاض تركيز النكهة المؤكسدة بلبن تم بسترته على درجات حرارة عالية قبل تعريضه لتأثير الضوء حيث كانت شدة النكهة الناتجة عن تأثير الضوء أقل في اللبن المعامل على ٩٠°م ثم عرض للضوء ، عنه في حالة اللبن المعامل على ٧٣°م ثم عرض

للضوء - كذلك كان الحال بالنسبة لتركيزات مركبات النكهة الطيارة حيث كان تركيزها أعلى في اللبن المسخن على درجة الحرارة الأقل (٧٣°م) وكان تركيزها منخفض في اللبن المسخن على درجة الحرارة الأعلى (٩٠°م) .

*** مدة التخزين :**

ظهور النكهة غير المرغوبة الناتجة عن تأثير الضوء يرتبط بطول مدة التخزين سواء على أرفف المحلات أو في الشمس .

*** عبوات اللبن :**

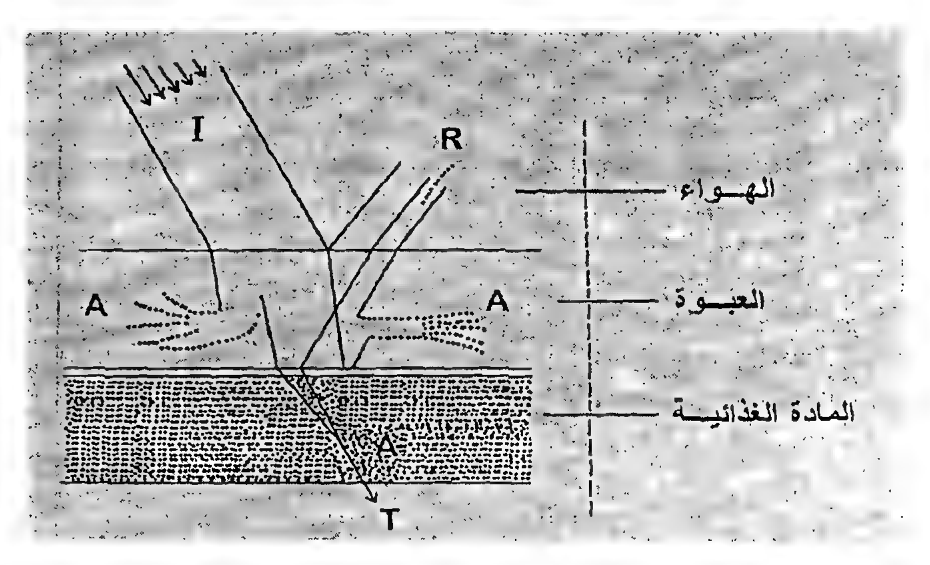
تلعب عبوات اللبن دوراً مهماً في تقليل أو منع أي تغير يحدث لنكهة اللبن وعادة ما تستخدم الخامات التالية كمادة لعبوات اللبن مثل الزجاج ، البلاستيك (البولي ايثيلين) Blow-molded من طبقة واحدة ، الكرتون Paperboard ، العبوات البلاستيك Plastic bags ، البولي ايثيلين أو البولي كربونات ذو الكثافة العالية .

*** العبوات الزجاجية :**

لوجظ أن اللون البني في زجاجات اللبن منع حدوث أي تأثير للضوء على اللبن ثم لوحظ أن التعبئة في زجاج أصفر محمر كهرماني Amber منعت تأثير الضوء لمدة ٣٠ دقيقة بينما التعبئة في زجاج أحمر تعتبر أفضل أنواع العبوات حماية للبن من تأثير الضوء بما فيهم العبوات الورقية .

*** عبوات البولي ايثيلين من طبقة واحدة :**

عبوات البولي ايثيلين من طبقة واحدة تعطي اللبن بعض الحماية من ضوء الشمس وذلك بسبب العتامة للبلاستيك حيث وجد أن ٨٦,١% من اللبن المعبأ في هذه العبوات يعاني من النكهة الناتجة عن تأثير الضوء كذلك لوحظ أن هذه العبوات تسمح بمرور ٨٠% من الأشعة ذات الطول الموجي 400nm وأكثر من ٨٠% من الأشعة ذات الطول الموجي 700nm .



I= الضوء الساقط

R= الضوء المنعكس

A= الضوء الممتص

T= الضوء النافذ

شكل (٣)

ميكانيكية امتصاص أو انعكاس الضوء على سطح عبوة المادة الغذائية

* **العبوات الكرتون** :

يعتبر الكرتون أفضل مواد التعبئة على الإطلاق نظراً لأنه أفضل من يحمى نكهة اللبن من تأثير الضوء عليها - ولقد درس تأثير أشعة الشمس (ساعة واحدة في شمس منتصف النهار) على لبن معبأ في ثلاث عبوات من الكرتون مختلفة السمك ووجد أن اللبن المخزن في عبوات من كرتون رقيق السمك أظهرت نكهة الشمس الخفيفة وجاء اللبن المخزن في عبوات كرتون متوسط السمك في المرتبة الثانية بينما اللبن في عبوات الكرتون السميكة لم يظهر به أي تغير في النكهة .

تختلف كمية الضوء النافذة خلال مادة العبوة في الأجزاء المطبوعة من العبوة عنه في الأجزاء غير المطبوعة (DeMan,1974) حيث أن الحبر المستخدم في الطباعة يمتص بعض الضوء ويعتمد على لونه - لذا ينصح بأن يتم تصميم العبوات بحيث تحتوي على مناطق كبيرة من الألوان الأحمر ، البني ، الأسود ، الأصفر ، البرتقالي وذلك حتى تمتص الضوء ذو الطول الموجي القصير ، ولقد درست قيم الطاقة الضوئية (ضوء فلورسنت) الممتصة أو التي تنفذ خلال عبوات ذات ألوان مختلفة مثل : الأحمر والأزرق والأسود والأخضر حيث اتضح أن نسبة نفاذية الضوء لعبوات الكرتون غير الملونة ١٠٠% وللعبوات الحمراء ٥٤% وللعبوات الزرقاء ٢٧% وللعبوات السوداء ٢٧% وللعبوات الخضراء ١٨% .

وقد وجد أن نسبة الضوء (400nm) النافذ خلال العبوات الكرتون كانت صفر% ووصلت إلى ١٣% عندما ارتفع الطول الموجي إلى 800nm .

ووجود طبقة من ورق الألومنيوم مع طبقات الكرتون تؤدي إلى حماية اللبن من تأثير الضوء وبالتالي من ظهور النكهات غير المرغوبة به مما يزيد من مدة صلاحية اللبن المستهلك .

* **العبوات البلاستيكية** :

يرجع السبب الرئيسي في عدم انتشار هذا النوع من التعبئة إلى عدم وجود طبقة من الكرتون خارجية تقوم بحماية اللبن من تأثير الضوء عليه ، حيث وجد أن ٥٠% من عينات اللبن في المحلات والمعبأة في عبوات من البلاستيك تعاني من النكهة المؤكسدة وأن ٤٦,٤% من عينات اللبن المعبأ في عبوات من الزجاج يعاني من النكهة المؤكسدة غير المرغوبة .

* **عبوات البولي ايثيلين عالية الكثافة والبولي كربونات** :

عبوات اللبن من هذا النوع لاقت قبولا محدوداً من المستهلك حيث وجد أن عبوات الجالون من البولي ايثيلين عالي الكثافة تنفذ ٥٨% من ضوء الفلوروسنت ، وعبوات البولي كربونات تنفذ ٩٠% وعبوات البولي كربونات التي يدخل في تركيبها مادة غير منفذة للطاقة تنفذ ٧٥%.

& **التجنيس** :

أظهر الأبحاث أن التجنيس يؤدي إلى زيادة حساسية اللبن للنكهة غير المرغوبة الناتجة عن تأثير الضوء وقد أثبتت الدراسات أن أي شيء يؤثر على غشاء حبيبة الدهن سوف يؤدي إلى زيادة حساسية اللبن للنكهة غير المرغوبة الناتجة عن تأثير الضوء .

طرق تجنب النكهات الناتجة عن تأثير الضوء

*يمكن تجنب وصول هذه النكهة غير المرغوبة إلى اللبن عن طريق :

- استخدام حاجز ضوئي لعبوات اللبن مثل استخدام زجاجات أو علب كرتون ملونة أو علب كرتون معتمة .
- التحكم في نوع وكثافة الضوء .
- تحريك عبوات اللبن على الأرفف في المحلات باستمرار وذلك لتغيير مدة تعرضها للضوء .

*** نكهة الأكسدة** :

تعتبر هذه النكهة غير المرغوبة شائعة الظهور أثناء تخزين اللبن المبستر والقشدة غير المجنسين .

قسم اللبن إلى ثلاث أقسام طبقاً للحساسية للأكسدة :

- Spontaneous milk : وفيه تظهر النكهة المؤكسدة بدون التعرض للحديد أو النحاس .
- Spontaneous milk : وفيه تظهر النكهة المؤكسدة بسبب التعرض للحديد أو النحاس .
- Nonsusceptible milk : وفيه لا تظهر النكهة المؤكسدة حتى في وجود الحديد أو النحاس .

العوامل المؤثرة على حدوث نكهة الأكسدة

* **غذاء الحيوان** :

تؤثر تغذية الحيوان على تركيب اللبن مما يؤثر بالتالي على حساسية اللبن لظهور النكهة المؤكسدة - ويعتمد هذا التأثير على نوع وجودة الغذاء حيث وجد أن الأبقار التي تتغذى على تبن أو قش عالي الجودة من Alfalfa تنتج لبن يقاوم الأكسدة بدرجة أكبر من ذلك الذي ينتج من أبقار تتغذى على قش منخفض الجودة .

كما لاحظ العديد من الباحثين أن اللبن الناتج من أبقار تتغذى على علائق خضراء أو في المراعي يكون مقاوم للأكسدة أكثر من اللبن الناتج من أبقار تتغذى على علائق جافة حيث، وجد أن الأبقار التي تتغذى على علائق خضراء في المرعى أو تتغذى على البرسيم أو سيقان الذرة تنتج لبن ثابت ضد الأكسدة ولكن عندما تتغذى على البرسيم الأحمر أو سيقان فول الصويا تنتج لبن غالباً ما يحدث له أكسدة - ولقد ذكر أن تغذية الحيوان على قش نبات Alfalfa أدى إلى إنتاج لبن حساس للأكسدة أكثر منه عند التغذية على قش نبات Oat وذلك بسبب احتواء النبات السابق على نسبة عالية من أيونات النحاس .

ولقد وجد أن البقوليات تحتوي على نسبة عالية من النحاس ونسبة منخفضة من المنجنيز أكثر من الحشائش وذلك يوضح اختلاف حساسية الألبان الناتجة من أبقار تتغذى على البقوليات أو الحشائش للأكسدة .

وقد وجد أن أن تغذية الأبقار على الكاروتينات تؤدي إلى زيادة محتوى اللبن من الكاروتين وزيادة مقاومة اللبن للأكسدة كما لوحظ وجود

علاقة طردية مهمة بين محتوى اللبن من Tocopherol (Vit. E) وقدرته على مقاومة ظهور النكهة المؤكسدة به وأن التغذية على العلائق الخضراء تؤدي إلى زيادة محتوى اللبن من Vit. E وبالتالي زيادة مقاومته للأكسدة ولكن وجد أن نسبة بسيطة من المواد المضادة للأكسدة المضافة لعليقة الحيوان هي التي تمر إلى اللبن حيث وجد أن ٢% فقط من α – Tocopherol هي التي ظهرت في اللبن .

وقد درس أيضا تأثير التغذية على نسبة الليبيدات غير المشبعة في اللبن حيث تم تغذية الأبقار على زيت جوز الهند ؛زيت الذرة ؛ ووجد أن اللبن الناتج يكون أكثر حساسية للأكسدة عن اللبن الناتج من أبقار لم تتغذى على هذه الزيوت كذلك وجد أن حقن دم الحيوان بزيت بذرة القطن أدى إلى زيادة نسبة الحمض الدهني Linoleic ($C_{18:2}$) في دهن اللبن مما أدى إلى زيادة حساسية اللبن للأكسدة – مما يؤكد أن النكهات غير المرغوبة الناتجة عن أكسدة اللبن تزداد احتمالية حدوثها في اللبن الذي يحتوي على نسبة عالية من حمض Linoleic (C18:2) .

مرحلة الحلب :

تم دراسة تأثير مرحلة الحلب على حساسية اللبن للأكسدة حيث وجد أن اللبن الناتج في الجزء الأول من مرحلة الحلب كان أكثر حساسية للأكسدة – وأن اللبن الناتج من الأبقار الصغيرة في الشهور الأولى من الحلب يكون أيضا أكثر حساسية لظهور الطعم المؤكسد به حيث أن ذلك يرجع إلى ارتفاع نسبة النحاس في أول مرحلة الحلب عن آخرها . ولقد إتضح أن نسبة النحاس المرتبطة بحبيبات الدهن تكون ١٥% في أول ٣-٤ أسابيع من مرحلة الحلب ويكون اللبن مقاوما للأكسدة بينما بعد ١٠ أسابيع تصل نسبة النحاس المرتبطة بحبيبات الدهن إلى ٣٥% ويصبح اللبن حساسا للأكسدة .

تداول اللبن :

استخدام الأجهزة المصنعة من Stainless steel والزجاج أدى إلى منع ظهور هذه النكهة غير المرغوبة في اللبن عن طريق أجهزة التصنيع ولكن وجد أن تخزين اللبن على درجات حرارة منخفضة (٥-10° م) يزيد من احتمالية ظهور النكهة المؤكسدة باللبن وقد يرجع ذلك إلى انخفاض معدل نمو البكتيريا عند هذه الدرجات المنخفضة مما يؤدي إلى تقليل المنافسة بين الميكروبات على أكسجين اللبن أو تقليل المواد المختزلة وبالتالي تزداد مدة حفظ اللبن والتي يحدث أثناءها تفاعلات كيميائية وإنزيمية من الممكن أن تسبب مشاكل في نكهة اللبن .

* **العمليات التصنيعية** :

الخطوات التصنيعية التي يتعرض لها اللبن مثل درجات الحرارة العالية والتجنيس تقلل من حساسية اللبن للأكسدة .

فقد وجد أن اللبن المجنس يلزمه عشرة أضعاف النحاس اللازم لظهور النكهة المؤكسدة في اللبن غير المجنس ويرجع ذلك إلى قدرة التجنيس على تكوين غشاء من الكازين حول حبيبات الدهن مما يحميها من عمليات الأكسدة - بينما أظهرت الأبحاث أن زيادة الضغط المستخدم في التجنيس يؤدي إلى حماية الدهن من تأثير الأكسدة ويرجع ذلك إلى التغير في مساحة سطح حبيبة الدهن حيث ينخفض تركيز كل من الفوسفوليبيدات ومعقد البروتين مع النحاس لكل وحدة من وحدات الدهن .

كذلك لوحظ أن تسخين اللبن إلى درجات حرارة أعلى من درجات البسترة يؤدي إلى حماية اللبن من تأثير الأكسدة ولقد عزي ذلك إلى مجاميع السلفاهيدريل المختزلة الحرة الناتجة عن تأثير المعاملة الحرارية العالية للبن والتي تؤدي إلى حماية اللبن من الأكسدة .

*** الخواص الكيميائية للأكسدة :**

حدث تقدم كبير في تمييز الخصائص الكيميائية لنكهات الأكسدة في السنوات الأخيرة حيث يعتقد بأن هذه النكهة تحدث أساساً من شق الفوسفوليبيدات وليس من الجلسريدات الثلاثية وأن كل مركبات النكهة تأتي من الأحماض الدهنية غير المشبعة مثل : **Arachidonic (C٢٠-٤), Linolenic (C١٨:٣), Linolic (C١٨:٢), Oleic (C ١٨ : ١)**

طرق تجنّب نكهة الأكسدة

اقترحت عدة توصيات لتجنب ظهور Oxidized flavour في اللبن وهي :

١- تغذية الأبقار على أغذية تزيد من قدرة اللبن على مقاومة اللبن للأكسدة .

٢- تجنب تعرض اللبن للمعادن مثل النحاس والحديد أثناء التداول أو التصنيع .

٣- زيادة شدة المعاملة الحرارية للبن مع استخدام التفريغ حيث إن زيادة شدة المعاملة الحرارية للبن تؤدي إلى انفراد مجاميع SH - الحرة المختزلة والتفريغ يؤدي إلى إزالة الأكسجين .

٤- تجنيس اللبن مع عدم تعرضه للمعادن - لأن التجنيس فقط لا يحمي اللبن إذا ما تعرض للمعادن .

النكهات الميكروبية

عيوب النكهة الناتجة عن نمو ونشاط الميكروبات في كل من اللبن الخام واللبن المبستر من الممكن أن تحدث في أي مرحلة أثناء الإنتاج أو التصنيع ولذا يجب مراعاة الشروط الصحية أثناء الإنتاج لمنع تلوث اللبن والتبريد السريع للبن الخام إلى درجة حرارة ٤,٤ْم أو أقل لمنع نمو ونشاط الميكروبات وكما هو معروف فإن البسترة تقضي على كل البكتريا المرضة الخضرية ومعظم البكتريا غير المرضة وبمجرد تلامس اللبن المبستر عالي الجودة من الناحية الميكروبيولوجية لأدوات أو أجهزة غير نظيفة يحدث التلوث الميكروبي بالميكروبات المحبة للبرودة التي تسبب العديد من عيوب النكهة باللبن المبستر حيث تنمو هذه الميكروبات ببطء على درجات حرارة ٤,٤ْم أو أقل مسببة حدوث عيوب في النكهة في خلال (١٠-١٤يوم) من التخزين .

*** نكهة الفاكهة** :

تظهر نكهة الفاكهة في اللبن والمنتجات اللبنية المبسترة نتيجة التلوث بعد البسترة بميكروبات P.fragi وتوجد منتشرة بصورة كبيرة في الجو المحيط بعملية إنتاج وتصنيع اللبن وحيث أنها حساسة جداً لدرجة حرارة البسترة فإن وجدت في المنتجات اللبنية المبسترة يكون وجودها دليلاً على حدوث التلوث بعد البسترة - وتنمو على درجات حرارة منخفضة (٥-٧°م) وهي هوائية ولذا فإن نموها وإنتاجها لنكهة الفاكهة يكون أسرع عند تهوية اللبن أو عند وجودها في عبوات بها فراغ قمي كبير - ووجد أن بكتريا P.fragi تسبب ظهور النكهة غير النظيفة عندما يكون عددها ٥,٥ × ١٠^٦ خلية / مل وتسبب ظهور نكهة الفاكهة عندما يصل عددها ٥ × ١٠^٨ خلية / مل .

وقد وجد أن نكهة الفاكهة تظهر باللبن نتيجة وجود تركيزات مختلفة من كل من Ethanol, Ethyl butyrate, Ethyl hexanoate - وأن بكتريا P.fragi تحلل دهن اللبن بواسطة إنزيمات الليبيز التي تفرزها وتنفرد الأحماض الدهنية Butyric (C_4) , Caproic (C_6) التي سرعان ما تتحول إلى الأستر المقابل لكل منها

وذلك بالتفاعل مع الايثانول الذي قد يكون موجود في اللبن كنتيجة لتغذية الحيوان على العلف أو كنتيجة لنمو ونشاط بعض الميكروبات المنتجة له ومما هو جدير بالذكر فإن بكتريا P. fragi تحتوي أيضاً على إنزيم Esterase الذي يساعد في عملية تحويل الأحماض الدهنية إلى الأستر المقابل لها .

ثانياً : البروتين

بروتين اللبن جزئ معقد جداً يتكون من أحماض أمينية مرتبطة مع بعضها - والأحماض الأمينية مركبات بسيطة تحتوي على كربون وأكسجين وهيدروجين ونتروجين وأحياناً كبريت - ويوجد ٢٠ حامض أميني فى البروتين الحيواني والنباتي والأحماض الأمينية ترتبط مع بعضها مكونة سلسلة تسمى ببتيد - والبروتين ممكن أن يتكون من ٥٠٠ حامض أميني أو أكثر . وكل بروتين له عدد من الأحماض الأمينية بترتيب معين تحدد نوعه وتركيبه ووظيفته .

وأثناء الهضم يتم تحطيم البروتين إلى الأحماض الأمينية والتي تمتص لتعمل بروتين جديد في الجسم - ويوجد أحماض أمينية يمكن أن تصنع داخل الجسم - ولكن الأحماض الأمينية الأساسية لا يمكن تصنيعها في الجسم ولابد أن تزود للجسم عن طريق الغذاء والأحماض الأمينية الثمانية الأساسية التي يحتاج إليها الإنسان هي :

الليوسين	Leucine
ايزوليوسين	Isoleucione
فالين	Valine
ثيرونين	Threonine
ميثايونين	Methionine
فينيل آلانين	phenylalanine
تريبتوفان	Tryptophan
ليسين	lysine

وبالنسبة للأطفال يعتبر الهيستدين من الأحماض الأمينية الأساسية أيضاً .

والبروتين ضروري للنمو وتعويض الأنسجة التالفة - ويلعب دوراً حيوياً في العمليات الحيوية في الجسم - فكل الإنزيمات بروتين وهي ضرورية لعملية التمثيل الغذائي في الجسم . والبروتين مهم أيضاً لعملية انقباض العضلات والمناعة ونقل النبضات العصبية كذلك يلعب البروتين دوراً مهماً كدعامة تركيبية للجلد والعظم وكثير من الهرمونات بروتين ويلعب البروتين دوراً كمصدر للطاقة وذلك في حالة نقص الكربوهيدرات والدهن مع زيادة البروتين في الوجبة الغذائية وكذلك فالزيادة من البروتين ممكن أن تتحول إلى دهن وتخزن في الجسم .

طريقة تحليق البروتين :

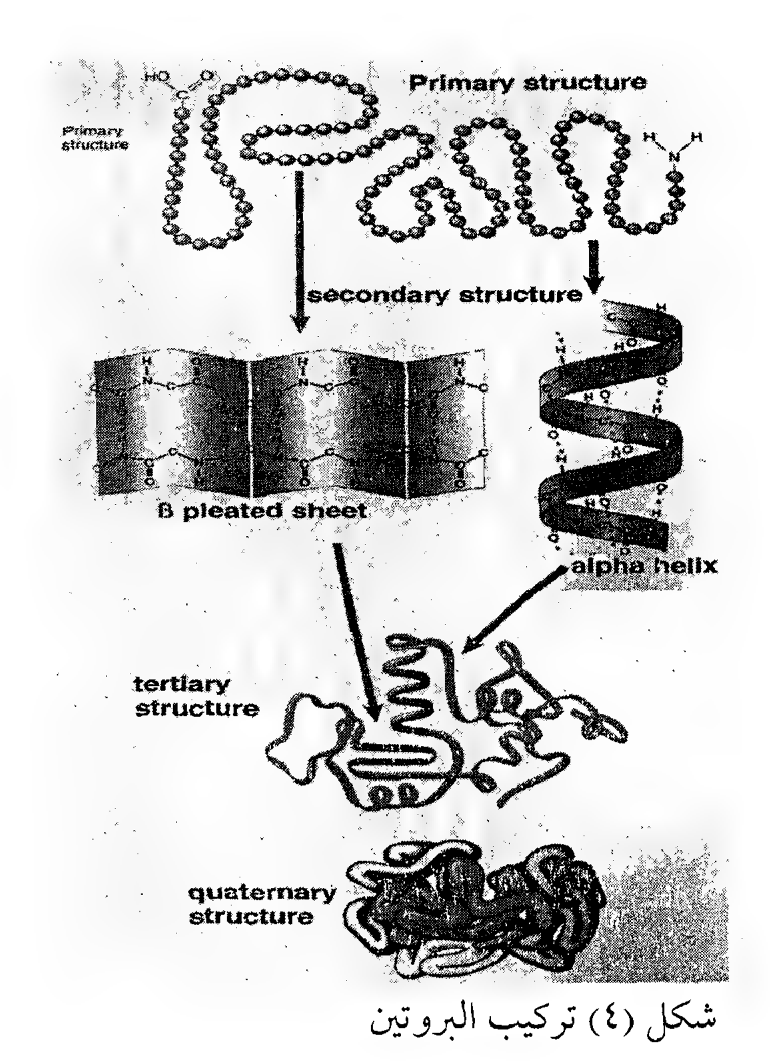
التركيب الأولي للبروتين :- يتكون من بولي ببتيد لمتبقيات الأحماض الأمينية المرتبطة مع بعضها بواسطة روابط ببتيدية والتي ترتبط بروابط عرضية بواسطة كبارى من disulphide فالتركيب الأولى يقصد به نوع وعدد الأحماض الأمينية الداخلية في تركيب السلسلة الببتيدية وطريقة تتابعها مع بعضها . والأحماض الأمينية تحتوي مجموعة أمين ضعيفة القلوية ومجموعة كربوكسيل ضعيفة الحامضية وكلاهما يرتبط بسلسلة هيدروكربونية والتي تختلف عن بعضها في نوع وعدد الأحماض الأمينية وطريقة تتابعها والتركيب الفراغي (أو التركيب ذو الثلاث اتجاهات) للبروتين أوConformation يشمل التركيب الثانوي والتركيب الثلاثي والتركيب الرباعي .

Secondary , tertiary and quantemary stracture

كما في شكل (٣) وفيما يلي شرح لهذه التراكيب الفراغية للبروتين .

التركيب الثانوي :

يقصد به العلاقة الفراغية للسلاسل الببتيدية في البروتين التي ممكن أن تكون ممتدة أو ممتدة جزئياً أو تلتف في صورة حلزونية لتعطي مستوى ثاني من التجمع تكون فيه الروابط الهيدروجينية هي المسئولة عن تكوين الحلزون - الروابط الهيدروجينية تتم بين الهيدروجين المرتبط مع النتروجين في حامض أميني وبين الأكسجين المرتبط مع الكربون في ثالث حامض أميني يليه في ترتيب السلسلة شكل (٣) .



شكل (٤) تركيب البروتين

وبالأخذ بنظر الاعتبار للتقييدات الناتجة من الروابط الببتيدية فإن الشكل اللوبي الدائر من اليسار إلى اليمين Right hand (لولب ألفا - helix - ∝) لسلسلة ببتيدية متعددة في حالة بروتين كروي globular هو أكثرها انتظاماً وثباتية ومثل هذا النظام موجود في بروتينات مثل الكيراتين Keratin والالاستين elastin كما في شكل (٣)

أما فى حالة الفيبروين Fibroin الموجود فى الحرير الطبيعى تكون السلاسل البيتيدية المتعددة فى شكل ممتد وتقوم الروابط الببتيدية بربط سلسلتين ببتيديتن أو أكثر مع بعضهما ويعرف هذا النظام بنظام بيتا وقد تبدو السلاسل الببتيدية فى شكل صفيحة Pleated sheet .

ويمكن أن يكون نظام امتداد السلاسل الببتيدية متوازياً بعضها مع البعض الآخر أو مضادا للتوازي بأن تكون أحداها باتجاه معاكس للآخر .

والروابط الهيدروجينية ضعيفة نسبياً بالمقارنة مع الروابط الببتيدية إلا أن وجود مئات منها في جزئ البروتين ينتج عنه قوة كافية لتثبيت السلاسل الببتيدية مع بعضها والمحافظة على التركيب الثانوي للبروتين وتتولد هذه الروابط كما ذكر سابقاً بين ذرة هيدروجين متصلة بنتروجين الرابطة الببتيدية وذرة أكسجين مجموعة كاربونيل مع رابطة ببتيدية في سلسلة ببتيدية أخرى كما هو موضح في الشكل .

كما يوجد نظام ثالث في التركيب الثانوي لالتفاف السلاسل الببتيدية في التركيب الفراغى للبروتين وهو نظام الالتفاف اللولبي للسلاسل الببتيدية كما هو الحال في الكولاجين وهو مثال على هيئة لولب ألفا .

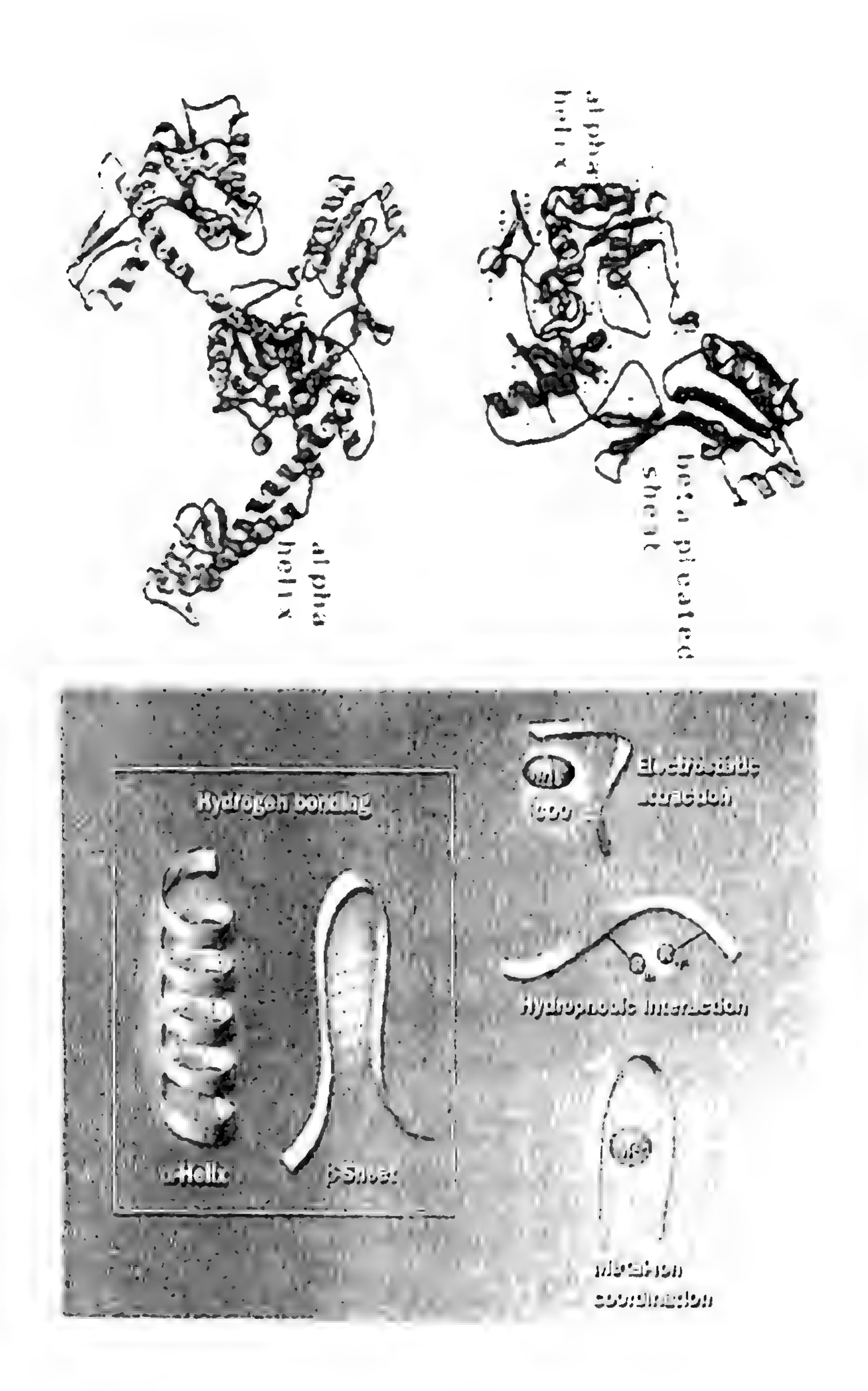
ونتيجة لتغير الـ pH يفقد جزء من السلسلة الانتظام الموجود عليه وتصبح السلسلة بنظام عشوائي.

التركيب الثالثى أو الثلاثي :-

ويقصد به ثني وحدات منتظمة في التركيب الثانوي وكذلك بنية مساحات من السلسلة الببتيدية خالية من التركيب الثانوي - هذا وتشترك مجموعة من التفاعلات والروابط في المحافظة على ثنية السلسلة الببتيدية وهذه تتم بين الأحماض الأمينية البعيدة عن بعضها في السلسلة الببتيدية وعلى ذلك فالتركيب الحلزوني الذي تكون في التركيب الثانوي يترتب في تركيب قريب من الكروى أو البيضاوي يسمى globular أما إذا كان البروتين يتكون من سلسلة طويلة من البولي ببتيد فإنها ترتبط بروابط بين جزيئية وتسمى في هذه الحالة Fibrous potein .

التركيب الرباعي :-

فيه تلتحم وحدات البروتين ذات البناء الأول والثاني والثالث في صورة طبقات لتعطي البناء الرباعي .



شكل (٥) .بع تركيب البروتين

أقسام بروتين اللبن :

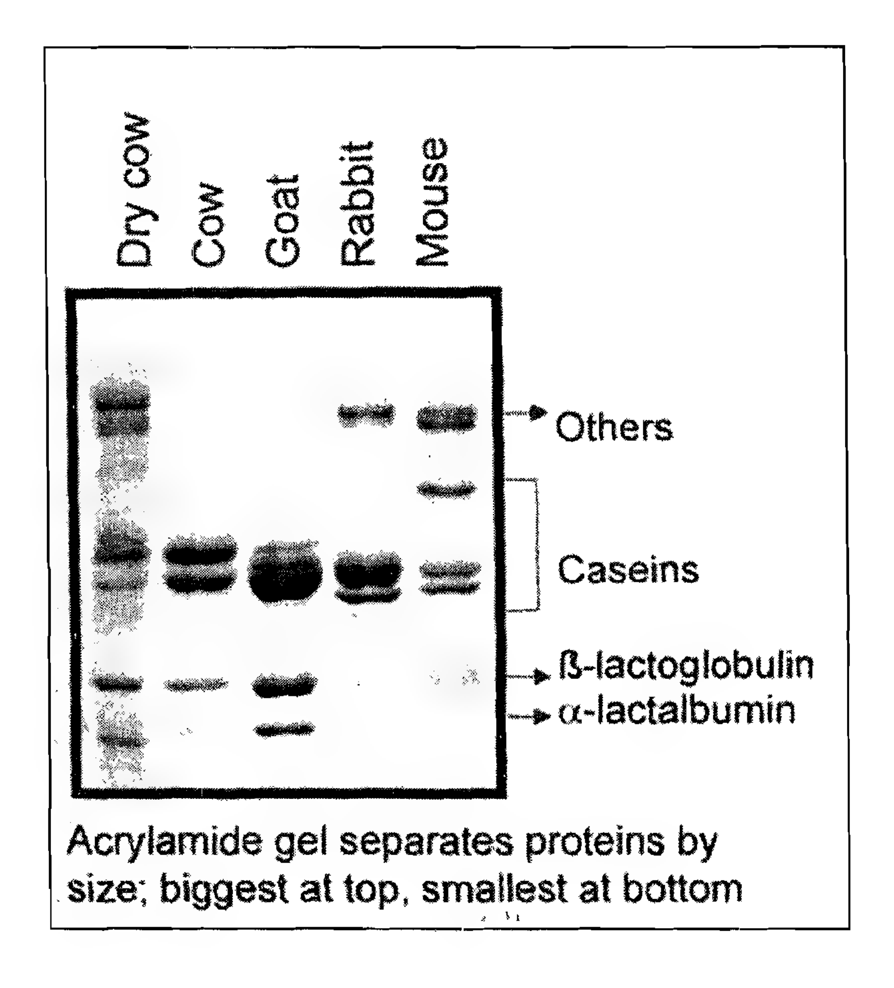
نتروجين اللبن يوزع بين الكازين (٧٦%) وبروتينات الشرش (١٨%) والنتروجين اللابروتيني (٦%) وهذه لا تشمل البروتينيات الصغرى التي ترتبط مع غلاف حبيبة الدهن .

عزل شقوق البروتين :

حيث إن الكازين يكون في صورة معلق في اللبن فيمكن فصله من باقي اللبن بواسطة قوة الطرد المركزي عند السرعات العالية جداً Utracentrifage (usually about 50.000 ×g) أو أعلى -على أنه يفصل الدهن أولاً بواسطة الطرد المركزي عند سرعة منخفضة غالباً (5.000 to 10.000 ×g) حيث تنتج القشدة واللبن الفرز أو البلازما Plasma phase كذلك يمكن فصل الكازين من اللبن الفرز عن طريق إضافة حامض Hcl (١ عياري) لخفض الـ pH إلى ٤,٦ (نقطة التعادل الكهربي للكازين) حيث يترسب الكازين .

وبعد فصل الكازين يمكن فصل بروتينات الشرش عن النتروجين اللابروتيني باستخدام خلات الصوديوم وحمض الخليك عند PH (5) وكذلك يمكن فصل بروتينات اللبن وتصنيفها بواسطة استخدام طريقة الوزن الجزيئي Mokalar mass (Mol weight, in Kilo Daltons) وأحدى طرق الفصل يستخدم فيها Plolyacrylamide gel electrophoresis حيث تتم على أساس اختلاف شقوق البروتين في الوزن الجزيئي والبروتينات عالية الوزن الجزيئي تهاجر ببطء في الجيل وتبقى عند القمة أما البروتينات الأصغر فتهاجر بسرعة أكبر ناحية القاعدة وتبقى عند قاعدة الجيل ويمكن أيضاً استخدام هذه الطريقة لمقارنة البروتين لأنواع مختلفة من الحيوانات كما في الشكل الآتي :

The relative size of caein = (25-35KDa)
The relative size of B-lactoglobulin (18 KDa)
The relative size of α lactalbumin 14 KDa
Other include primarily lacto Ferrin ~ 80KDa
Serum albumin ~ 66 Kda



Acrylamide gel separates proteins by size; biggest at top, smallest at bottom

(شكل ٦)

التعرف على شقوق البروتين باستخدام طريقة الـ **electophoresis**

تركيزات الأقسام المختلفة لبروتين اللبن :

البروتين	جرام/لتر	%من البروتين الكلي
١- البروتين الكلي	٣٣	١٠٠
٢- الكازين	٢٦	٧٩,٥
الفا إس١ كازين	١٠	٣٠,٦
ألفا إس٢ كازين	٢,٦	٨,٠
بيتا كازين	٩,٣	٢٨,٤
كابا كازين	٣,٣	١٠,١
٣- بروتينات الشرش	٦,٣	١٩,٣
الفالاكتاالبيومين	١,٢	٣,٧
بيتا لاكتوجلوبيولين	٣,٢	٩,٨
ألبيومين مصل اللبن	٠,٤	١,٢
البيومين المناعة	٠,٧	٢,١
بروتيوز ببتون	٠,٨	٢,٤

يمكن إيجاز الفرق بين بروتين لبن الإنسان والألبان الأخرى :

١- بالنسبة لبروتينات الشرش فلبن الإنسان مختلف تمام الاختلاف عن لبن الأبقار حيث لا يحتوي على البيتالاكتوجليوبيولين .

٢- بالنسبة للكازين فلبن الإنسان يحتوي على B-Casein & K-Casein ولكن لا يحتوي على Casein - ∝ .

وقد وجد أن هناك علاقة بين التوازن بين الكازين وبروتينات الشرش والحساسية للألبان .

التركيب والخواص المختلفة لشقوق البروتين

الكازين :

وهو عبارة عن فوسفوبروتين غير ذائب على PH=4.6 عند 20°م ويمثل الكازين ٨٠% من النيتروجين الكلي ويتكون من أربع بروتينات رئيسية هي :

αs_1 – Casein	40%
αs_2 – Casein	10%
β - Casein	35%
K - Casein	12%

ونظراً لمحتوى الكازين العالي من الفوسفات فإنه يرتبط بقوة بالكالسيوم (Ca^{++}) ويترسب بالكالسيوم عند تركيز أكثر من 6m.M ويحتوي كل جزء من أجزاء الكازين على كميات مختلفة من الفوسفور كما يتضح مما يلي :

αs_1 – Casein	8 or 9 P
αs_2 – Casein	10 or 13 P
β - Casein	5 P

أما K- Casein فإنه يحتوي على واحد فوسفات (IP) لذا يرتبط بكمية بسيطة من الكالسيوم ويذوب في وجود تركيزات عالية من الكالسيوم وهو يعمل على حماية أجزاء الكازين المختلفة من الترسيب بالكالسيوم .

والكازين :- يوجد في اللبن فقط ولا يوجد في أي أغذية أو أنسجة أخرى والكازين يشكل ٨٠% من بروتين اللبن وله تركيب خاص من الأحماض الأمينية وهو مقيد في النمو وأهم أقسامه ألفا س١ كازين ، الفا س٢ كازين ، بيتا كازين ، كابا كازين .

والخاصية التي تربط كل أقسام الكازين هي ترسيبها عند pH ٤,٦. والعامل السائد في الكازين هو أنه بروتين مرتبط وغالباً ما يكون الارتباط مع مجموعة فوسفات مرتبطة برابطة استر مع متبقى السيرين ومجموعة الفوسفات ذات أهمية في تركيب جزئ الكازين .

وارتباط الكازين مع الكالسيوم يتناسب طردياً مع محتواه من الفوسفات .

والكازين أظهر تركيب ثنائي ويحتوي أيضاً على تركيب رباعي ولكن لا يحتوي على تركيب ثلاثي .

وتكوين الكازين يشبه لدرجة كبيرة البروتين الكروي المدنتر denatured globular protein - وارتفاع نسبة الحامض الأميني برولين في الكازين يسبب روابط مخصوصة تثبط تكوين الـ close Packed في التركيب الثانوي ويوجد الكازين في حالة كروية منصهرة وتركيب مندمج والكازين لا يحتوي على روابط كبريت ثنائية ونتيجة لانعدام وجود التركيب الثالثي في الكازين تأثير في ثبات الكازين ضد الدنترة بالحرارة من حيث وجود قليل من التركيب لأن لا يطوى .

وفي غياب التركيب الثالث يحدث تعرية لشقوق كارة للماء وهذا يوضح سبب عدم ذوبان الكازين في الماء وتميزه بتفاعلات ارتباطية قوية تمنعه من الذوبان في الماء.

ومن أقسام الكازين توجد صفات مشتركة تميز كل منها كما يلي :

أ- الف إس١ كازين alpha (S_1) casein :-

الوزن الجزئي ٢٣,٠٠٠ يوجد به ١٩٩ شق حامض أميني منها ١٧ برولين ويوجد فيه موقعين كارهين للماء تحتوي كل شقوق البرولين - وتفصل بواسطة المواقع القطبية والتي تحتوي على واحدة من مجموعات الفوسفات الثمانية - ويمكن ترسيبها عند مستويات منخفضة جداً من الكالسيوم .

ب- لفا إس٢ كازين alpha (S_2) casein :

الوزن الجزئي لـه ٢٥,٠٠٠ يحتـوي علـى ٢٠٧ شـق حـامض أمـيني وعلى ١٠ شق برولين . تتركز الشحنة السالبة عند النهاية الأمينية بينما تتركـز الشحنة الموجبـة عنـد النهايـة الكربوكسيلية وهـو أيـضاً يترسـب بتركيـزات منخفضة جداً من الكالسيوم .

جـ- البيتا كازين :

الوزن الجزئي له ٢٤,٠٠٠ يحتوي على ٢٩ شق حمـض أمـيني ، منـها ٣٥ شق برولين . موضع النهاية الأمينية يوجد عليه شـحنة عاليـة أمـا موقـع النهاية الكربوكسيلية فهو كاره للماء برولين- وارتباطه مع بعضه يتوقف على درجة الحرارة ويمكن أن يكون معقد كبير على درجة ٢٠°م ولكن ليس عنـد درجة ٤°م وهو أقل حساسية للكالسيوم من الشقوق السابقة ذكرها .

د- الكاباكازين : Kappa-Casein

وزن الجزئي ١٩,٠٠٠ ، يوجد به ١٢٩ شـق حمـضي أمـيني منـها ٢٠ برولين . ثابت جداً للترسيب بالكالسيوم - فيعمل على تثبيت باقي الشقوق.

يتـأثر بـالرنين عنـد الرابطـة phe 105-Met 106 (فنيـل الانـين ١٠٥- ميثايونين ١٠٦) فينزع عنه ثباته ويقسمه شقين شـق محـب للمـاء يطلـق عليـه كاباكـازين جلوكوميكروبيتيـد (GMP) أو كازينوماكروبتيـد (CMP) - وشـق كاره للماء يسمى بارا كابا كازين .

تركيب جزيء الكازين :-

غالبية الكازين وليس كل الكازين يوجد في شكل جزئيات غروية متعددة الجزئيات حبيبية التركيب تسمى casein micelle ووظيفتها الحيوية أنها تحمل كميات كبيرة من الكازينات فوسفات عديمة الذوبان لتوفرها لصغار الثدييات في اللبن في صورة سائلة كذلك ليحدث تجبن لها في المعدة - وبالإضافة للكازين والكاسيوم والفوسفات يحتوي الـ micelle على السترات وأيونات المعادن الصغرى وأنزيمات الليبيز والبلازمين وتكلبش أيضاً سيرم اللبن .

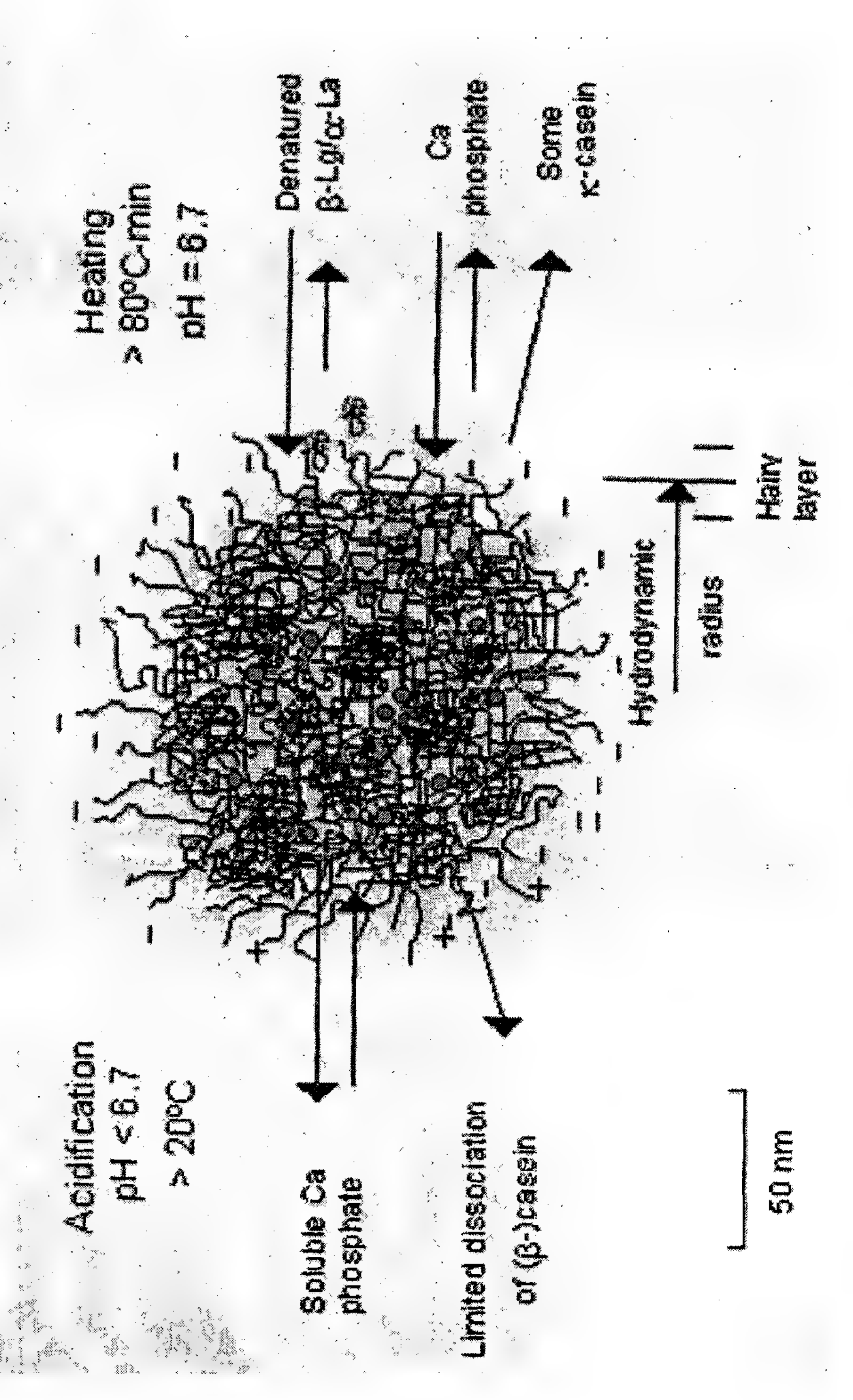
والـ micelle لها تركيب يحتوي على ثقوب تشغل تقريباً ٤مل/جم وتمثل ٦-١٢% من الحجم الكلي للكازين .

وميسيل micelle الكازين يحتوي على ماء وأملاح (كالسيوم وفوسفور) وبعض الأنزيمات التي توجد مرتبطة مع هذه الجسيمات .

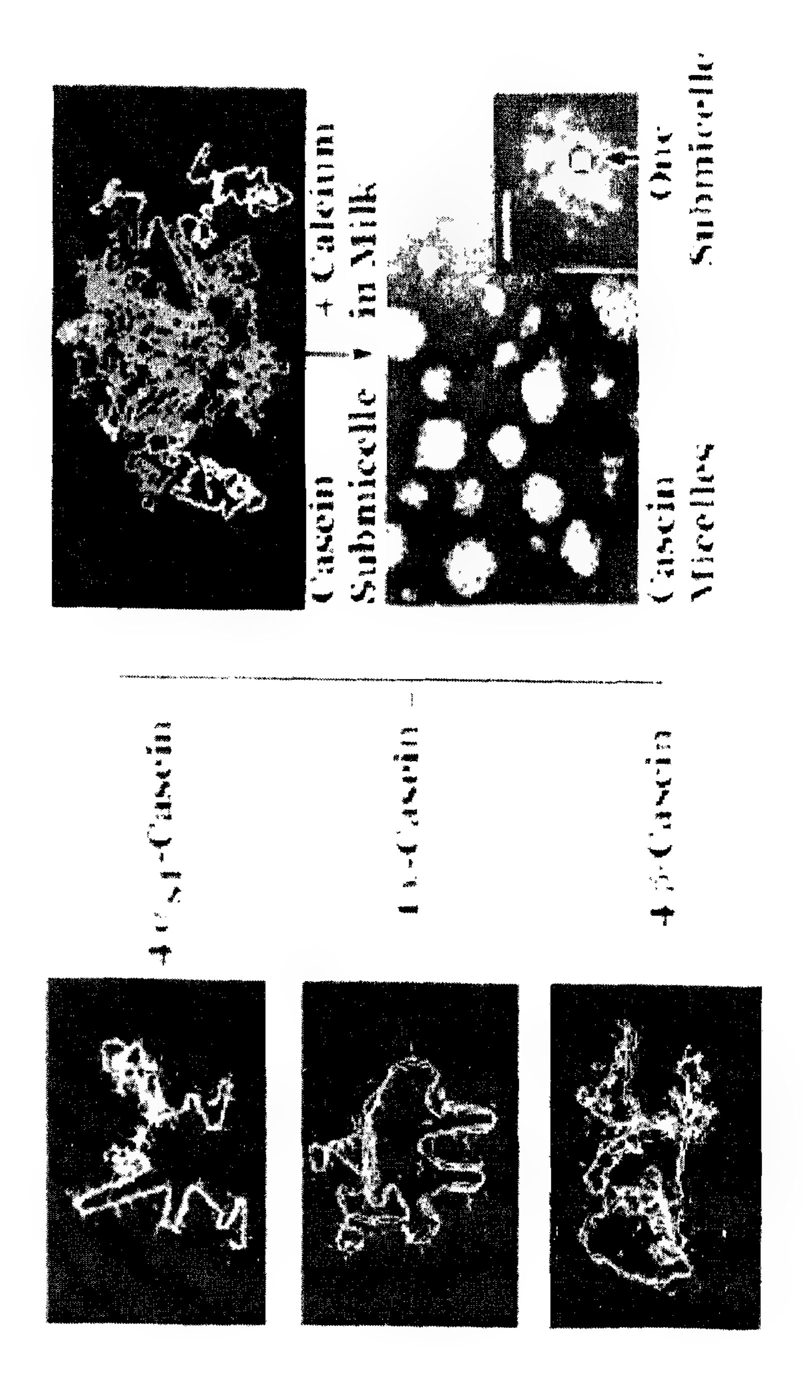
ويعتقد أن الكازين يوجد في شكل تجمع يحتوي على ١٠-١٠٠ جزئ يسمى submicelle ويوجد نوعين من submicelle إحداها فيه شق الكابا كازين والآخر لا يحتوي على الكابا كازين .

ويحتوي الـ submicelle على قلب كاره للماء ومغطى بطبقة محبة للماء كلياً أو جزئياً وهذه الطبقة توجد على شكل شعر شكل (٩، ١٠)

وفي الـ submicelle يوجد مناطق عالية الكثافة وأخرى منخفضة الكثافة والتي توجد في الوسط. وفوسفات الكالسيوم توجد على شكل عنقود صغير مرتبط مع الكازين وفوسفات الكالسيوم الغروي يعمل كمادة لاصقة (أسمنت) يربط بين مئات بل آلاف الـ submicelle لتكوين الـ micelle .



(شكل ٧) تابع تركيب **Casein Micelle**


Predicted Three Dimensional Structures
for Bovine Caseins
Casein
Submicelle
+ Calcium
in Milk
Casein
Micelles
One
Submicelle

(شكل ٨)

والروابط ممكن أن تكون تساهمية أو كهروستاتيكية والـ submicelle الغنية في شق الكابا كازين توجد على السطح أما الفقيرة في الكابا كازين فتوجد .

مدفونة في الداخل والطبقة الشعرية والتي يكون سمكها ٧ نانوميكرون تعمل كمانع لتجمع آخر للـ Submicelles بواسطة تنافر الـ Steric وجزيئات الكازين ليست ساكنة وهناك ثلاث اتزانات حركية بين الجزئ وما حوله هي (شكل ٩) :

١- بين جزيئات الكازين الحرة والـ Submicelles .

٢- بين الـ Submicelles الحرة والجزيئات .

٣- بين الكالسيوم الغروي والفوسفات .

والعوامل التالية يجب أن تأخذ في الاعتبار عن تقدير ثبات شبكة الكازين :-

دور أيونات الكالسيوم ++Ca :

أكثر من ٩٠% من محتوى الكالسيوم في اللبن الفرز يرتبط بطريقة أو بأخرى بشكبة الكازين . وإزالة الكالسيوم تؤدي إلى انحلال عكسي للبيتا كازين بدون تحلل للشبكة وإضافة الكالسيوم يؤدي إلى التجمع .

الروابط الهيدروجينية :

بعضها يحدث بين جزيئات الكازين في الشبكة ولكن ليس كثير حيث لا يوجد تركيب ثانوي في بروتين الكازين .

روابط ثنائية الكبريت Disulphide Bonds :

لا تحتوي ألفا إس١ كازين والبيتاكازين على أي شقوق للحامض الأميني سيستئين وإذا حدث أي روابط ثنائية الكبريت (S-S) في الجزئ لا تكون قوة دافعة للثبات .

التفاعلات الكارهة للماء :

يعتبر الكازين أكثر شقوق البروتين كرهاً للماء وربما هذا يلعب دوراً في ثبات شبكة الكازين – ولابد من تذكر أن التفاعلات الكارهة للماء تتأثر جداً بدرجة الحرارة .

التفاعلات الكهربية :

بعض التفاعلات بين وحدات الشبكة تكون بسبب الروابط الأيونية ولكن التركيب الإجمالي للشبكة يكون مفتوحاً وسائباً أو مفككاً .

قوى فان ديرفالز :-

لا يوجد لهذه القوى أي تأثير على ثبات شبكة الكازين .

: Steric stabilization

تتداخل الطبقة الشعرية مع الجزيئات القريبة لأنها طبقة تشبه الشعر .

العوامل التي تؤثر على ثبات شبكة الكازين :-

١- محتوى الملح :

يؤثر على نشاط الكالسيوم في المصل وعلى فوسفات الكالسيوم في الشبكة .

٢- الـPH

خفض الـ PH يؤدي إلى ذوبان فوسفات الكالسيوم وعند نقطة التعادل الكهربي (PH ٤,٦) يذوب كل فوسفات الكالسيوم ويترسب الكازين نتيجة لذلك .

٣- درجة الحرارة :-

تبدأ البيتاكازين في الانحلال من الشبكة عند درجة حرارة 4°م وعند صفرْ م لا يكون فيه تجمع للشبكة – كما أن التجميد يؤدي إلى حدوث راسب يسمى Crgo- Casei .

٤- المعاملة الحرارية :

المعاملة الحرارية لها تأثير على جعل بروتينات الشرش تدمص على الشبكة وتغير من سلوكها .

٥- نزع الماء :

يتم ذلك بكحول الايثيل على سبيل المثال يؤدي إلى تجمع شبكات الكازين .

٦- تجمع شبكة الكازين :

تتجمع شبكة الكازين إذا حدث تأثير لسطح الشبكة .

وبالرغم من أن شبكة الكازين ثابتة جداً ولكن توجد أربعة طرق رئيسية ممكن بها تحفيز تجمع الشبكة :-

١- كيموسين المنفحة أو أي إنزيمات تجبن كما في حالة تصنيع الجبن.
٢- الأحماض .
٣- الحرارة .
٤- تكون الجيل بالتخزين .

١- التخثر أو التجبن بالأنزيم (كيموسين المنفحة) :

يستخدم إنزيم الكيموسين أو الرنين للتجبن الإنزيمي وأثناء المرحلة الأولى للتجبن فإن الرنين يشتق الرابطة فينيل آلانين (١٠٥) – ميثايونين (١٠٦) للكاباكازين وينتج كازين ماكرو ببتيد ذائب الذي ينتشر بعيداً عن شبكة الكازين – وشق الباركاباكازين الذي يعرف بخاصته الشديدة لكره الماء والذي يبقى في الشبكة .

في المرحلة الثانية تتجمع شبكات الكازين وهذا يرجع إلى فقد قوى التنافر للكاباكازين وكذلك فقد التنافر الكهروستاتيكي والذي يرجع إلى انخفاض الـPH . وعندما يصل الـPH إلى نقطة التعادل الكهربي يتجمع الكازين – وشبكات الكازيه لها ميل شديد للتجمع ويرجع ذلك إلى

التفاعلات الكارهة للماء . ويشارك الكالسيوم في التفاعل بخلق ظروف تعادل كهربي وكذلك بعمله كقنطرة بين الشبكات . ودرجة الحرارة أثناء وقت التجبن لها أهميتها لكلا المرحلتين الأولى والثانية وبزيادة درجة الحرارة إلى 40°م يزداد معدل التفاعل الانزيمي للرنين وأثناء المرحلة الثانية فإن زيادة درجة الحرارة يزيد التفاعل الكارهه للماء .

والمرحلة الثالثة للتفاعل تشمل إعادة ترتيب الشبكة بعد تكون الجيل - وهنا يحدث نقص في صفات الباراكازين حيث تبدأ الخثرة في الصلابة وفقد الشرش .

٢- التجبين الحامضى (الأحماض) :

التحميض يؤدي إلى فقد شبكة الكازين لثباتها وتجمعها عن طريق خفض شحناتها الكهربية لمستوى نقطة التعادل الكهربي - وفي نفس الوقت تزيد حموضة الوسط من ذائبية المعادن ولهذا فإن الكالسيوم والفوسفور العضوي الموجود في الشبكة يصبح ذائب بالتدريج في الوجه المائي . وتنحل شبكة الكازين ويترسب الكازين ويحدث التجمع كنتيجة لقوى التفاعل الكارهه للماء .

٣- الحرارة Heat :

عندما ترتفع درجة الحرارة فوق درجة الغليان يتجمع الكازين بطريقة غير عكسية حيث يتغير التوازن الملحي للأملاح وينفرد ثاني أكسيد الكربون وكذلك تنفر أحماض عضوية وممكن أن يترسب فوسفات ثلاثي الكالسيوم وكازينات الفوسفات وتنفرد أيونات الهيدروجين .

٤- تكوين الجيل بالتخزين age gelation :

هي ظاهرة تجمع تؤثر على مدة الحفظ للمنتجات المعقمة مثل اللبن المركز واللبن المعقم بطريقة UHT فبعد عدة أسابيع أو أشهر من التخزين -

يحدث زيادة حادة وفجائية في اللزوجة مصحوبة بظهور جيل وتجمع جسيمات micelles الكازين في شبكة من ثلاث أبعاد والتفسير الحقيقي أو مكانيكية التفاعل ماتزال غير معروفة ولكن يوجد بعض النظريات التي تفسر ذلك كما يلي :

١- التحلل البروتيني للكازين بواسطة إنزيمات البكتريا أو إنزيمات البلازمن ذات المصدر اللبني والتي لها القدرة على مقاومة درجة الحرارة المرتفعة فتؤدي إلى تكوين الجيل .
٢- تفاعلات كيميائية مثل تفاعل ميلارد والذي يؤدي إلى الكازين وبروتينات الشرش .
٣- تكون معقد من الكاباكازين - بيتا لا كتوجوبيولين .

محتوى الكازين من الأحماض الأمينية : Amino acids :

لقد تم اكتشاف عدد من الأحماض الأمينية عند تحلل الكازين Casein Hydrolysis ثم عرف أنها شائعة في البروتينات عموماً .

كذلك فقد استخدم الكازين في إيجاد طرق لتحليل وتقدير الأحماض الأمينية في البروتينات ثم تلاه بعد ذلك البيتالاكتوجلوبيولين B-Lactoglobulin وكان ذلك في عام ١٩٤٥م وبعد ذلك بعدة سنين أمكن تحليل مكونات أو أقسام الكازين .

وفيما يلي جدولاً بمحتويات بروتينات اللبن من الأحماض الأمينية Amino acids .

Table 13

AMINO-ACID COMPOSITION OF COW'S MILK PROTEINS[f]
(GRAMS PER 100 GM PROTEIN)

Constituent	α-Lactalbumin[77]	β-Lactoglobulin[89,175]	Blood Serum Albumin[203]	Immune Globulin[94,96,197]	Casein[73,74]	α-Casein[73,74]	α s1-Casein B[d147]	κ-Casein[216]	β-Casein[73,74]	γ-Casein[73,74]
Total N	15.9	15.6[28]	16.1	15.3-16.1	15.6	15.5	15.4	15.3	15.3	15.4
Total P	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.99	1.05	0.16[192]	0.61	0.11
Total S	1.9	1.6[28]	1.9	1.0	0.8	0.72[101]	0.66	0.70	0.86[101]	1.03[101]
Glycine	3.2	1.4	1.8	5.2	2.0	2.3	2.9	1.2	1.5	1.5
Alanine	2.1	7.0	6.3	4.8	3.2	3.8	3.4	5.4	2.0	2.3
Valine	4.7	6.1	5.9	9.6	7.2	6.3	5.5	6.3	10.2	10.5
Leucine	11.5	15.5	12.3	9.6	9.2	7.9	9.4	6.1	11.5	12.0
Isoleucine	6.8	6.9	2.6	3.0	6.1	6.4	6.1	7.1	5.5	4.4
Proline	1.5	5.1	4.8	10.0	10.5	7.5	8.3	11.0	15.1	17.0
Phenylalanine	4.5	3.5	6.6	3.9	5.0	4.6	5.6	3.9	5.8	5.8
Tyrosine	5.4	3.7	5.1	6.7	6.3	8.1	7.7	7.9	3.2	3.7
Tryptophan	(7.0)[a] 5.3[b]	2.7	0.58	2.7	1.7	2.2	1.7	1.0[201]	0.83	1.2
Serine	4.8	4.0	4.2	11.5	6.3	6.3	7.1	5.0	6.8	5.5
Threonine	5.5	5.0	5.8	10.5	4.9	4.9	2.5	6.7	5.1	4.4
Cystine + Cysteine	6.4[c]	3.4	6.5	3.2	0.34	0.43	0.0	1.2[e230]	0.0	0.0
Methionine	0.95	3.2	0.81	0.9	2.8	2.5	3.2	1.7	3.4	4.1
Arginine	1.2	2.8	5.9	4.1	4.1	4.3	4.4	4.0	3.4	1.9
Histidine	2.9	1.6	4.0	2.1	3.1	2.9	3.2	2.4	3.1	3.7
Lysine	11.5	11.8	12.8	6.8	8.2	8.9	8.7	6.5	6.5	6.2
Aspartic acid	18.7	11.4	10.9	9.4	7.1	8.4	8.5	7.7	4.9	4.0
Glutamic acid	12.9	19.3	16.5	12.3	22.4	22.5	24.3	19.8	23.2	22.9
Amide N	1.4	1.1[28]	0.78	—	1.1	1.6	1.3	1.9	1.6	1.6

تركيب كازين اللبن :-

الكبريت Sulfur :

يحتوي الكازين على ٠,٧٨% كبريت في الأحماض الأمينية الستين Systine الميثيونين Methionine بمقدار ٠,٠٩ ٠,٦٩% على التوالي .

وعند تجزئة الكازين يحتوي الألفا كازين على جميع السيستئين الذي بالكازين وعند تجزئة الالفا كازين يوجد معظم السيستئين في قسم Casein - $\propto S_3$ أو في جزء K- casein وقد كان الشك سابقاً في أن الأحماض الأمينية المحتوية على كبريت والموجودة في الكيزين تكون هي مصدر مجاميع السلفاهيدريل أو المركبات الناشئة عن تسخين اللبن ولكن حيث أن الكازين المسخن لوحده لا يعطي مجاميع سلفاهيدريل SH – فيبدو لذلك أن مصدر هذه المواد الأخيرة ليس هو الكازين .

الفوسفور Phosphorus :

عند تعرض الكازين لفعل الأنزيمات المحللة Proteolytic تتكون ببتيدات عديدة Poly peptides بعضها يحتوي على فوسفور كما يقاوم الزيادة من الانحلال الأنزيمي .

وقد كان يعتقد أن تلك المركبات والتي تسمى phospho peptones قد تلعب دوراً هاماً في تغذية الثدييات الصغيرة .

وقد عزل العالم Posternak سنة ١٩٢٧ مركب فوسفو – ببتون من المهضوم الانزيمي للكازين ووجد أنه يحتوي على ٥,٩% فوسفور ، ١١,٩% أزوت ، أحماض أمينية هي الجلوتاميك والاسبارتيك والسيرين والايزوليوسين .

وقد اعتقد هذا العالم أن حمض الفوسفوريك قد تم ارتباطه بالحمض الأميني السيرين حيث أن الأخير كان هو الحامض الأميني الوحيد من Hydroxy amino acids الموجودة في ذلك المحلل . هذا وقد أمكن في سنة

١٩٥٣ أن يحضر العالم Verdier فوسفور ثربونين من متحلل الكازين باستعمال حمض ضعيف .

ولذا يمكن تلخيص ما وجد في أن فوسفور الكازين يرتبط أساساً ان لم يكن كلية بروابط أستر بمجاميع الايدروكسيل للأحماض الأمينية " السيرين والثربونين " وتختلف طبيعة رابطة الاستر باختلاف نوع الكازين المحضر غير أن الأبحاث الحديثة تشير إلى أن ارتباط الفوسفور يكون متشابهاً في حالات الكازين α - Casein B-Casein وأن الرابطة هي من نوع O-monophosphate ester

وتتكون الفوسفور ببتون ذات الوزن الجزيئي ٣,٠٠٠ من بقايا ٢٤ حمض أميني ، لعشرة أحماض أمينية مختلفة ، ٥ مجاميع لحامض الفوسفوريك ترتبط أساساً عند سيرين – ٤ ، ثربوثين – ١.

$$CH_2 - O - \underset{\underset{O}{\|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{P}} - O - \underset{\underset{O}{\|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{P}} - O - CH_2^- \qquad -CH_2 - O - \underset{\underset{O}{\|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{P}} - O-CH_2^-$$

الكربوهيدرات :

اكتشف كثير من الباحثين وجود كميات قليلة من الكربوهيدرات في الكازين فمثلاً باستعمال تفاعل Orcinol وجد أن الكازين النقي المحضر حمضياً يحتوي على ٠,٣٨% سكر سداسي يحتمل أن يكون جلاكتوز ولكن وجد بعد ذلك أن يحتوي على هكوز أمين Hexosamine وحمض السيلك Sialic acid في صورة خليط ثم ظهر بعد ذلك أن ببتيدات كثيرة منشقة عن الكازين بفعل الرينين تحتوي على كميات كبيرة من الجلاكتوز والجلوكوز أمين Glucosamine وحمض النيورامنيك Neuraminic والتي سميت باسم Glyco-Macropeptide . وقد وجد بعد ذلك أن الكربوهيدرات تتركز أساساً في جزئ α - casein وعلى الأخص في الجزء K- casein من α - casein والذي منه يمكن تحضير الـ-GlycoMacropeptide ولو أنه من الناحية الكمية تكون كمية الكربوهيدرات فى الكازين غير ذات أهمية إلا أنها لها أهمية فى ربط الكازين ببعضه .

التحليـل القياسـي وتوزيـع النـيتروجين Classical Resolution and Nitrogen Distribution :

يعتبر الكازين من البروتينات المتجانسة والذي يمكن تحضيره من اللبن على pH ٤,٦-٤,٧ كما أنه يترسب بواسطة أنزيم الرينين مكوناً الخثرة كما في صناعة الجبن ولا يتأثر الكازين بالمعاملة الحرارية حتى درجة 90°م ويعطي الكازين عند تحلله بجانب الأحماض الأمينية مجموعات أخرى من الفوسفور وقد كان يعتبر باقي البروتين الغير كازيني في بادئ الأمر يوجد في صورة مفردة ولكن في سنة ١٩٠٠ وجد أنه خليط يمكن فصله إلى جزئين منفصلين وذلك في محلول نصف مشبع من سلفات الأمونيوم أو في محلول مشبع من سلفات الماغنسيوم والجزء الغير ذائب في مثل هذه المحاليل يسمى Lactoglobulin بينما الجزء الذائب فيسمى Lactalbumin والرسم التوضيحي الثاني يوضح طرق فصل وتجزئة البروتين .

Total protein equivalent to 500mg. N/100 ml.
or about 3.2% protein
Acidify to pH 4.6
filter

Precipitate
"casein"
410 mg. N/100 ml.
or about 2.5% protein

Filtrate containing
serum or whet proteins
90 mg. N/100 ml.
or about 0.57% protein
0.5 saturation $(NH_4)_2SO_4$
or saturation $MgSO_4$
filter

Precipitate
"lactoglobulin"
20 mg. N/100 ml.
or 0.13% protein

Filtrate containing
"lactalbumin"
70 mg. N/100 ml.
or 0.44% protein

N.B The factor 6.38 is used to convert nitrogen to protein in the case of milk proteins.

ولقد تم تقدير بروتينات اللبن عن طريق فصل بروتينات اللبن إلى شقوق الكازين بروتينات الشرش lactoglobulin والـ lactalbumin والتي تستخدم منذ سنوات عديدة .

وتعتبر طرق الفصل تلك من الخطوات التي مهدت إلى تعريف وتجزئة هذه المكونات وأساس هذه الطريقة يعتمد على ترسيب الكازين بأحد الأحماض عند نقطة التعادل الكهربي Isoelectric point ثم استخدام الترسيب بالأملاح لفصل شقوق بروتينات الشرش .

ولقد اقترح العالم Rowland مخطط تحليلي لتقدير هذه الشقوق الثلاثة بالإضافة إلى شق البروتيوزببتون proteose – peptone وشق المركبات النيتروجينية غير البروتينية وفيما يلي ملخص هذا الاقتراح :

١- يقدر النيتروجين الكلي Total Nitrogen بواسطة كلداهل . I

٢- يقدر النيتروجين غير الكازيني " Non-casein Nitrogen" وذلك بترسيب الكازين على ٤,٦-٤,٧ بمخلوط من حمض الخليك Acetic acid + خلات الصوديوم Sodium acetate (وهذا التقدير يكون للالبيومين والجلوبيولين وكذلك لبروثين البروتيوز ببتون) والترشيح وتقدير النيتروجين في المترشح . II

٣- يقدر النيتروجين الغير بروتيني " Non- protein Nitrogen " وذلك بترسيب البروتين الكلي باستخدام حمض ثلاثي كلوريد الخليك ١٢% Trichloroacetic acid ثم الترشيح لتقدير النيتروجين في المرشح . III

٤- يقدر النيتروجين الغير بروتيني + نيتروجين البروتيوزببتون N.P.N+N.P.P وذلك بغلي المرشح من " II " مع ضبط الـ PH إلى ٤,٦-٤,٧ والترشيح ثم تقدير النيتروجين في الراشح . IV

٥- يقدر نيتروجين الجلوبيولين " Globulin Nitrogen " وذلك بضبط الـ pH للراشح من إلى ٦,٨-٧,٢ ثم تشبيعه بواسطة كبريتات الماغنسيوم $MgSO_4$ والترشيح بعد عدة ساعاة لفصل الجلوبيولين ثم يغسل الراسب من $MgSO_4$ ويقدر فيه النيتروجين المتبقي بالراشح .

Table (4) The actual distribution of nitrogem

	Mg./100 ml	per cent of Total Nitrogen
-Total Nitrogen	540	100.0
-Casein Nitrogen	430	79.0
-Albumin Nitrogen	43	8.0
-Globulin Nitrogen	19	3.5
-Proteose-peptone N	18	3.0
-Non-protein Nitrogen	30	5.0

table 15 Nitrogen Distribution in 81 Samples of Commercial Bulked Milk

	Content		Average
	Range, mg. /100 ml.	Mean, mg. /100 ml.	Per Cent of Total N
Total N	482-770	566	100
Casein N	349-602	431	76.2
Albumin + globulin N	60-110	76	13.4
Proteose - peptone N	17-46	28	5.0
Non - protein N	23-42	31	5.5

وباستعمال هذه الطريقة وجد Rowland أن النيتروجين في اللبن موزع بالطريقة التالية :

- النيتروجين الكازيني ٧٨٪ .
- نيتروجين الألبيومين ٩,١٪ .
- نيتروجين الجلوبيولين ٣,٥٪
- نيتروجين البروتيوزبيتون ٤,١٪
- نيتروجين غير بروتيني ٥٪ .

فصل وتجزئة الكازين Isolation and Fractionation ofCasein :

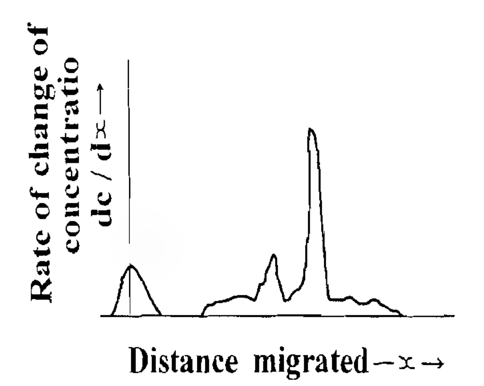
من المعروف أن الكازين يوجد على هيئة أشكال بللورية ذات سطح غير منتظم وذلك عند فحصه بالميكرسكوب الالكتروني .

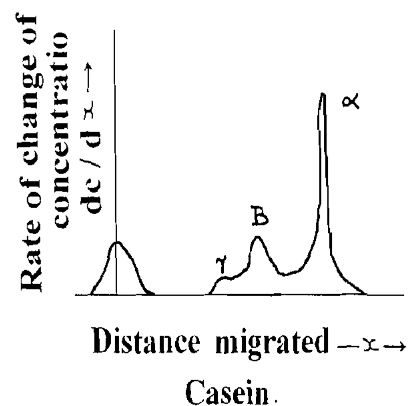
ويمكن فصل الكازين بقوة الطرد المركزي العالية تاركاً بروتينات الشرش ويوجد الكازين كما هو معروف مرتبطاً مع الكالسيوم والفوسفات في صورة Calcium phospho caseinat كما يمكن فصل الكازين من اللبن الفرز وذلك بتحميضه إلى PH ٤,٦-٤,٧ والتي تعتبر نقطة التعادل الكهربي وعموماً فصل الكازين يعتمد كذلك على درجات الحرارة العالية وإضافة نسبة من الحمض وغير ذلك .

وأول من ذكر أن الكازين يتكون من عدة مكونات هو العالم Lindderstron ١٩٢٨ فقد أمكنه فصل الكازين إلى مكونات تختلف في نسبة الفوسفور بها وكذلك - تختلف في درجة ذوبانها في المحاليل الكحولية وبعد إدخال طرق الفصل الكهربي تمكن العالم Mellander سنة ١٩٣٠ من تمييز الكازين إلى ثلاث، مكونات عرفها تبعاً لسرعة جريانها في المجال الكهربي إلى α - casein وهو أسرعها ثم B.casein ثم Y-casein وهو أقلها سريانا في المجال الكهربي .

وشقوق الكازين تمثل حسب سرعة سريانها في المجال الكهربي بالنسب الآتية:

- α - casein تمثل بنسبة ٧٥% .
- B - casein تمثل بنسبة ٢٢ %
- δ - casein تمثل بنسبة ٣ % .





شكل (٩) شكل توضيحي
يبين سرعة السريان في المجال الكهربي للشقوق المختلفة للبروتين

وعلى ذلك فنجد أن Mellander قسم الكازين لثلاث شقوق رئيسية هي :

١- α - casein :

ويتميز بكونه أوضح الشقوق من حيث عدم تجانسه في معقد الكازين الغير متجانس بطبيعته حيث يتأثر بشدة باختلاف أجناس وأنواع الحيوانات .

Table 4. Breed Differences in the Composition of Milk Proteins

Breed	No. of Samples	Casein, g. /100 ml.				Serum Proteins, g. /100 ml.				
		Total	α	β	γ	Total	Immune Globulins	β-Lacto-globulin	α-Lac-talbumin	Blood Serum Albumin
Ayrshirs	5	2.64	1.71	0.85	0.08	0.51	0.06	0.31	0.11	0.03
Brown Swiss	4	2.78	1.83	0.84	0.11	0.53	0.07	0.31	0.11	0.04
Guernsey	5	2.88	1.92	0.82	0.14	0.58	0.08	0.35	0.11	0.04
Holstein	6	2.38	1.58	0.60	0.20	0.56	0.09	0.30	0.13	0.04
Jersey	4	2.72	1.83	0.76	0.13	0.66	0.08	0.39	0.15	0.04

ويتكون α - casein من مكون رئيسي بجانب العديد من المركبات الصغرى ويمتاز بأنه يكون حوالي ٤٠% من الكازين الكلي Total casein ويحتوي على نسبة عالية من الفوسفور حوالي ١,١% .

وهذا الشق خالي من الكربوهيدرات ومجموعات السلفاهيدريل والروابط الكبريتية الثنائية وهو حساس كذلك لأيونات الكالسيوم في الوسط فيرسب في وجودها عند PH ٧ .

وهذا الشق له القدرة على الثبات في وجود شق K- casein ويعتبر هذا الشق من أسرع شقوق الكازين سرياناً في المجال الكهربي على الـPH المتعادل والقلوي .

وفي الوقت الحاضر ثبت أن هناك أربعة صور وراثية لشق casein - αهى A,D,B and C تبعاً للنقص في سرعة سريانها في المجال الكهربي .

٢- B- Casien :

يلي شق α - casein من حيث نسبة وجوده في الكازين فيمثل بنسبة ٢٥-٣٠% من الكازين الكلي وهو حساس للكالسيوم على ٢٠°م .

ويحميه شق K-Casien من الترسيب بالكالسيوم ويشبه في ذلك casein - α_s ولكن B- Casien يكون ذائب في وجود الكالسيوم على درجة منخفضة . محتواه من الفوسفور يعتبر نصف محتوى α_s - casein حيث يحتوي على ٥ ذرات – فوسفور بالجزئ الواحد إذا فهو يعتبر أقل حموضة من casein - α_s ويعتبر شق B-Casien هو الشق الثاني من حيث سرعة جريانه في المجال الكهربي .

٣- δ-Casien :

وهو أقل المركبات سرياناً في المجال الكهربي وهو أكثر شقوق الكازين ذوباناً في مختلف المذيبات وليس واضحاً إذا كان δ- Casien حقيقة حساس للكالسيوم ويمتاز هذا الشق عن شقوق الكازين الأخرى باحتوائه على نسبة

ضعيفة جداً من الفوسفور حوالي ٠,١% ويعتبر δ-Casien مرتبط او مصاحب الـ B-Casien .

وهذا الشق يمثل نسبة قليلة من ٣-٧% من بروتين اللبن الفرز .

والجدول (16) يوضح الخصائص الرئيسية لمركبات الكازين في اللبن البقري :

أوجه المقارنة	α_s- asein	B-Casien	δ-Casien	K-Casien
% التقريبية من الكازن الكلي	٤٠	٣٠	٥	١٥
الوزن الجزيئي	٢٣,٦٠٠	٢٤,٢٠٠	٢١,٠٠	٢٠,٠٠٠
عدد الأحماض الأمينية	١٩٩	٢٠٩	١٨١	١٥٦
%فوسفور	١٠١	٠,٥٦	٠,١	٠,٢٢
نسبة السكريات في الجزئ	٠	٠	٠	٥
% للسيستئين	٠	٠	٠	١٠٤
الذوبان على ٢٠م في محاليل الكالسيوم	Insoluble	Insoluble	Insoluble	Insoluble
الصور الوراثية	A.D.B and C	A,A,A	A,A,A,B	A,B

هذا وقد اكتشف العلماء شق جديد يعتبر من أهم شقوق الكازين وهو شق :

٤- K- Casien :

لم يحظَ أي مكون من مكونات الكازين بمثل ما حظى به مثل هذا الشق من دراسة منذ اكتشفه Waugh سنة ١٩٥٦ حيث اتجهت معظم الدراسات إلى هذا المكون لمعرفة تركيبه - وخواصه نظراً لأهميته في ثبات وتكوين هيكل وحدات الكازين ولكونه الشق الذي يتأثر بأنزيم الرينين مباشرة ومن أهم صفات هذا الشق :

١- يظل K- Casien في حالة ذائبة في وجود الكالسيوم على جميع درجات الحرارة وتحت الظروف المختلفة التي يترسب عليها جميع شقوق الكازين أي أنه غير حساس لأيونات الكالسيوم .

٢- يلعب دوراً رئيسياً في ثبات الكازين تحت الظروف الطبيعية ففي وجود K- Casien لا يرسب كلا α - casein ، B- Casien عند إضافة الكالسيوم .

٣- يعمل كقاعدة لنشاط إنزيم الرينين أثناء المرحلة الأولى للتجبن حيث يتحول جزء منه إلى مركب .

أ- Para-Casien الحساس لأيونات الكالسيوم .

ب- Gluco Macro Peptide .

٤- الشق الرئيسي الوحيد الذي يحتوي على نسبة معينة من الكبريت متمثلة في الحامض الأميني السيستئين وعلى سلاسل كربوهيدراتية جانبية .

٥- يعمل كغلاف واق يضم باقي شقوق الكازين .

٦- يتكون من نسبة قليلة من الفوسفور حوالي ٠,٢٢-٠,٣٢% ونسبة عالية من الكربوهيدرات ووزنه الجزيئي يتراوح ما بين ١٨,٠٠٠-٢٠,٠٠٠ .

Table 18 DISTRIBUTION AND CHARACTERISTICS OF MILK PROTEINS

Component	Approximate concentration % of Skim milk protein	g/liter	Genetic variants	Approximate molecular weight	pI	P
Casein	78-85	(27.2)			4.6	
α-Caseins	45-55					
α_{s1}-Casein (α_{s2}, α_{s3}, α_{s4}, α_{s5}, α_{s6}, are minor components)		13.6	A, B, C, D	23.500	5.1	8
β-Casein	25-35	8.2	A[1], A[2], A[3], B, C, D	24.000	5.3	5
κ-Casein	8-15	4.1	A, B	19.000[3]	3.7-4.2	1
γ-Casein	3-7	1.4			5.8	
γ1			A[1], A[2], A[3], B	20.500		1
γ2			A[1] or [2], A[3], B	11.800		0
γ3			A[1], [2] or [3], B	11.500		0
Whey pretoins	15-25	(6.8)				
β-Lactoglobulin	7-12	3.6	A, B, C, D	18.300	5.3	0
α-Lactalbumin	2-5	1.7	A, B	14.200	5.1	0
Immunoglobulins	1.5-2.5	0.6			4.6-6.0	0
Serum albumin	0.7-1.3	0.4		69.000	4.7	0
Protaose-peptone[4]	2.0-4.0	0.7		4.000-40.000	3.7	0.5

Source : Whitaker and Tannenbaum(1977).
[1]- Values for casein based on 27.2 g/liter of total casein and 55% α_{s}-, 30% β-, 15% κ-, and 5% γ- caseins.
[2]- Underscured variations represent those most frequently found in Western breeds.
[3]- Molecular weight of carbohydrate-free species; species containing 0-5 carbohydrate moieties (~650 daltons) exist.
[4]- Heterogeneous mixture of glycoproteins.

جدول (١٨) لمقارنة شقوق الكازين وشقوق بروتينات الشرش المختلفة

الخواص الطبيعية للكازين :

اللون Colour :

الكازين النقي يكون أبيض بوجه عام ولكنه يميل إلى الاصفرار في اللبن البقري وإلى الاخضرار في اللبن الجاموسي . وهو عديم الطعم والرائحة .

الذوبان Solubility :

يذوب الكازين فى كلا من المحاليل الحامضية والقاعدية كأي بروتين أمفوتيري التأثير أي يتفاعل مع القلويات والأحماض على السواء نظراً لوجود المجموعة القاعدية الأمينية NH_2 وكذلك المجموعة الحامضية الكربوكسلية -COOH والمجموعات القاعدية في المركب تتمثل في المجاميع الأمينية . Amino group والمجاميع الأميدية Amide group والمجاميع الجوانيدية Guanidyl group كما في الهيستيدين والجوانادين . وعموماً لا يمكن اعتبار ذوبان الكازين في هذه المحاليل الحامضية أو القاعدية هو الذوبان الحقيقي له لأن الكازين في هذه الصورة ليس كازين نقي بل متحداً في صورة أملاح .

بينما الذوبان الحقيقي للكازين فهو الذي يقدر عند نقطة تعادل الشحنات وفي الوسط المتعادل وتتراوح نقطة التعادل الكهربي للكازين بين ٤-٤,٨ تبعاً لنسبة ونوع الأملاح وعند هذه النقطة يترسب الكازين .

وذوبان الكازين هو محصلة ذوبان شقوقه المختلفة التي تختلف في درجة ذوبانها كثيراً .

وعموماً يذوب الكازين في المحاليل الآتية :

١- يذوب بنسبة ٠,٥جم/لتر ماء عند ٥ْم .

٢- يذوب بنسبه ٠,١١جم/لتر ماء عند ٢٥ْم .

٣- لا يذوب الكازين في حمض الخليك أو البروبيونك على الاطلاق ولكن بإضافة الايثلين والفينول إلى الوسط يجعل هذه الأحماض قادرة على إذابة الكازين .

٤- يذوب الكازين في أحماض البيروفيك والفورميك واللاكيتك وبتخفيف المحلول يترسب الكازين مرة أخرى .

٥- يذوب الكازين في حمض الفوسفوريك والفينول وفي بعض مخاليط الماء مع المذيبات العضوية ويترسب الكازين من هذه المحاليل بتخفيفها بالماء مرة أخرى ومن أمثلة هذه المخاليط :-

- ٥٠% كحول Ethanol
- حمض عضوي + كحول +ماء Organic acid+Ethanol+H_2o
- كحول + بنزين Ethanol + benzene Mixture
- محلول ٥٠% بيريدين 50% pyridine
- محلول يوريا المخفف Aqueous solution of Urea

٦- يذوب الكازين في محاليل الأملاح المخففة بنسبة تتراوح من ١: ١٠% وهذه الأملاح والمحاليل المخففة تكون مثل :

Sodium Fluoride or sodium chloride or Barium Chloride
Or potassium sulfate.

وكلها لها تأثير مذيب على الكازين .

والمعادلات الآتية توضح تفاعل الكازين مع الأحماض والقلويات :-

-Calcium caseinate +Na oH ⟶ Sodium and Calcium Caseinate + H_2o.

-Calcium Caseinate+Acetic ⟶ Calcium Acetate+Casein

الانحراف الضوئي Optical Rotation :

تحرف محاليل الكازين في أي (مذيب " مثلا ص أ يد ") الضوء المستقطب جهة اليسار ويختلف مقدار الانحراف من - ٨١ : - ٩٩ تبعا لنوع المحلول الذائب فيه الكازين .

وقد أشار الكثير من الباحثين إلى أن الانحراف الضوئي القياسي لا يتأثر بتغيير درجة الحرارة من ٢٠-٦٠م ولكن يتأثر بدرجة كبيرة بالتغيير في رقم الـ PH من ٧-١٢ .

الاستقطاب : **Racemization** :

عند معاملة الكازين بمحلول قلوي مخفف ثم أجرى تحضين المزيج على ٣٧ْم أو على درجة حرارة الغرفة فإن مقدار الاستقطاب الضوئي يتناقص كثيراً ويصل إلى نصف قيمته التي كانت قبل المعاملة ويسبب الانحلال بالحامض بعد ذلك أن تصل القيمة إلى صفر حيث أن نواتج التحلل تكون متعادلة ضوئياً ولا تحرف الضوء المستقطب في أي اتجاه ويسمى مخلوط الأحماض الأمينية الناتج بمخلوط متحول ضوئياً .

وقد اقترح العالم Dakin تفسيراً لهذه الظاهرة مبنية على تغير من نوع Keto- enol tautomeric في روابط الببتيد للبروتين .

ويبدو مع ذلك أن معاملة الكيزين بالقلوى تحدث تغييراً دقيقاً في تركيب الكازين عدا التحلل Hydrolysis حيث إن التحلل الكامل الثاني بالحامض يؤدي إلى حدوث Racemic بدلاً من الأحماض الأمينية النشطة ضوئياً عادة .

وعلى أي حال فيطلق هذا الاصطلاح Racemized Casein على الكازين المتحلل جزئياً نتيجة لمعاملته بقلوى والذي لم يتم بيولوجياً باستعمال الكائنات الحية .

H O H O
—C—C—N — C — C Keto Form

H H
H O H O
—C—C=N — C — C — Enol Form
R R

H
N (H HO) O
RHC C RHC N C=O
C CHR → O=C CHR
O (OH H) +H N N
H

2- Amino Acids Di-Keto piperzine
Derivatives varying with Rand R̀

القدرة على الاتحاد Combining Capacity :

لقد بذلت محاولات كثيرة لتقدير مدى قدرة الكازين للاتحاد بالحامض أو القلوى فمثلاً المعايرة الكهربائية تقدر الحد الأدنى من الحامض أو القاعدة اللازمة لاذابة وزن معين من الكازين وكذلك القدرة على التوصيل .

وتختلف النتائج المتحصل عليها لقدرة اتحاد الكازين كثيراً وذلك بالنسبة لطريقة التحضير وطريقة تقديره ومدى اتحاده .

ويعزى الاختلاف في الحالة الأخيرة إلى عدم تجانس الكازين وقدرته على الاتحاد هذا وقد أمكن حساب عدد مجاميع الكازين المفرقة أو المتفاعلة Dissociating وحديثاً قدر العالم Hipp القدرة على الاتحاد الحامضي القاعدي لمكونات الكازين α . B من Acid, Base, binding Capacities .

وبانتخاب أرقام PH عندها تنفصل المجاميع الأيونية لتحضيرات الأحماض الأمينية أمكن تقدير عدد المجاميع المتأينة وذلك من منحنى التعادل

Titration فمثلاً عند PH ٦,٣٥ تنفصل مجاميع الكربوكسيل إلى جانب ١ مكافئ من حمض الفوسفوريك وأمكن تقديرها من كمية القلوى المتحد عند هذا الـ PH .

وقد حسبت قدرة الاتحاد بالحامض والقلوي لمكونات الكازين في B , α ,δ بمقدار ٧٨ ، ٦٦ ، ٨٥ مول من الحامض وكذلك ١٩٨ ، ١٥٠ ، ٩٦ مول من القاعدة - لكل ١٠جم على التوالي .

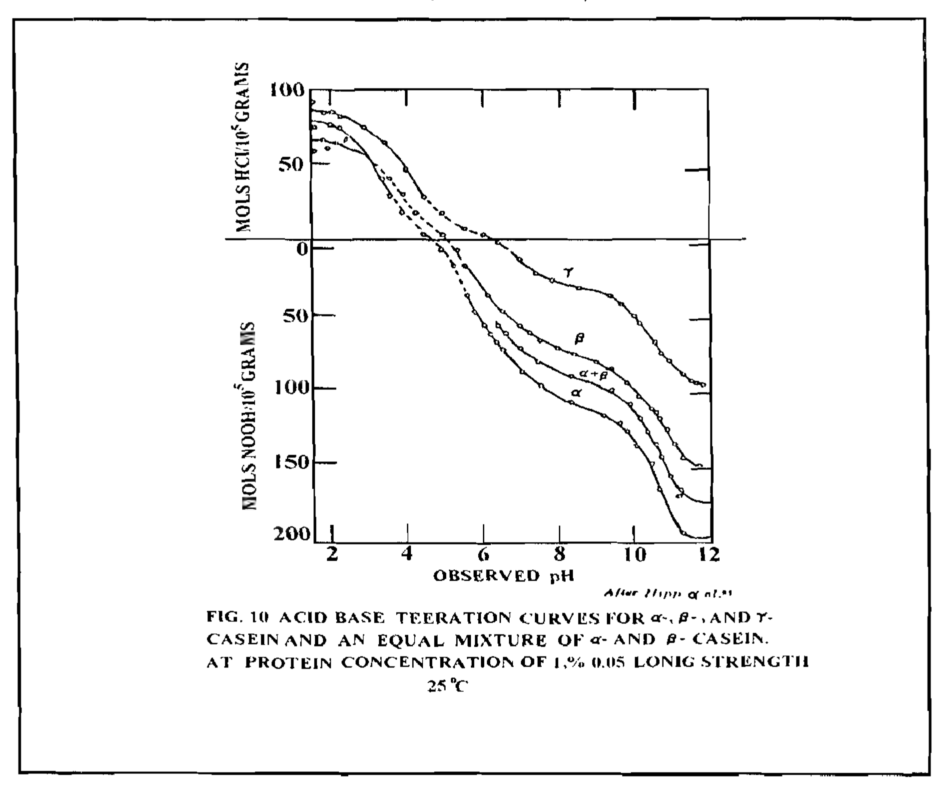


FIG. 10 ACID BASE TEERATION CURVES FOR α-, β-, AND γ-CASEIN AND AN EQUAL MIXTURE OF α- AND β- CASEIN. AT PROTEIN CONCENTRATION OF 1,% 0.05 LONIG STRENGTH 25 °C

الخواص الكيميائية للكازين :

مركبات الهالوجين Halogen Compouds

يكون الكازين تحت ظروف معينة اتحاداً كيمائياً مع الهالوجينات وتحت ظروف أخرى تكون ممتصة وتحت ظروف ثالثة يتحد جزء من الهالوجينات كيمائياً والجزء الآخر يكون ممتصاً أي أنه خلاصة لكل ذلك أن الكازين تحت بعض الظروف يتحد كيمائياً وبنسب متفاوتة مع الهالوجينات وفي الظروف

الأخرى يمتص الكازين الهالوجينات بدون أي ارتباط كيماوي وعموماً فارتباط الكازين بالهالوجينات يشمل درجات متفاوتة من الارتباط بحيث يمكن استخلاص الهالوجينات الضعيفة الارتباط بالكازين بينما يظل الجزء الآخر المرتبط بالكازين بشدة .

وترجع أهمية هذه المركبات إلى ما عرف عن تفاعل الكازين مع اليود والذي يسمى بالكازين اليودي من أهمية بيولوجية نظراً لتكوين أحماض أمينية فعالة بيولوجياً ولقد وجد أنه بمعاملة الكازين بمحلول اليود في وسط قلوي ، فإن الكازين اليودي الناتج يحتوي على ١٢,٥٪ يود وترتبط نسبة عالية منهم بحمض التيروزين على صورة تيروزين ثنائي اليود . ويتحول جزء كبير من هذا المشتق إلى السيروكسن Thyroxine ورفع درجة الحرارة أثناء تفاعل اليود مع الكازين إلى ٧٠م مع التقليب المستمر يمكن إسراع هذا التفاعل مع إضافة أكسيد المنجنيز MNo_2 .

Table 19
HALOGEN COMPOUNDS OF CASEIN

Halogen Introduced	Reagents	Found, %
CI	KOH, $KCIO_3$ HCI	13.3, 14.0
CI	$KCIO_3$ HCI	8.3
CI	$NaCIO_3$ HCL	6.7 6.8
CI	CCl_4 CI_2	32.5
Br	NH_3OH Br_2	11.2
Br	CCL Br_2	32.2, 35.0
I	I_2 H_2O suspension	21.6
I	I_2 H_2O suspension	17.8, 8.7,5.7
I	NaOH, KI, I_2	10.8
I	$NaHCO_3$ I_2	7.5
I	$NaHCO_3$ I_2	12.5, 8.8

$$2HO-C_6H_2I_2-CH_2-CH(NH_2) \rightarrow COOH + O-$$

$$HO-C_6H_2I_2-O-C_6H_2I_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH + CH_3-C(=NH)-COOH +$$

$$H_2O\ CH_3-C(NH)-COOH + H_2O \rightarrow CH_3-C(=O)-COOH + NH_3$$

الكازين المعامل بالفورمالدهيد Farmaldehyde :

لقد وجد أن تفاعل الكازين مع الفورمالدهيد مهما من الناحية العملية والنظرية حيث يستعمل الناتج كمادة مقوية لصناعة البلاستيك من الكازين حيث يعطى الناتج الصلابة المطلوبة وهناك شبه اتفاق على أن مجاميع الأمين الحرة في الكازين هي النقط التي تهاجم أولاً بواسطة الفورمالدهيد ولكن هناك الكثير من التفسيرات لهذا التفاعل إذ يعتقد Blum أن مثيلات الكازين Methylene Caseins هي التي تتكون بفقد أو خروج جزء أو جزئين من الماء وهذا كما في الشكل الثاني .

$R\text{-}N{=}CH_2$ ، $R\text{-}CH\text{-}CH_2-NH\text{-}\ R_1$

وهناك اقتراح آخر يراه البعض هو أن الفورمالدهيد قد يضاف دون استبعاد أي جزئ للماء كي يكون مركب تركيبه $R\text{-}NH\text{-}CH_2OH$ وتبعاً للعالمين فإن الفورمالدهيد تحت ظروف التعادل يلتصق على جانبي الحامض الأميني الليسين Lysine وفي الطور الثاني تتكون مركبات دائرية عند اتصال اثنين من مجاميع الامينو Amino بمجموعة ميثيلين في الخطوة الأولى .

$$R-NH-CH_2-NH-R_1 + 2CH_2O$$

$$H_2O + \begin{array}{c} R-N-CH_2-O-CH_2-N-R_1 \\ | \qquad\qquad\qquad\qquad | \\ \text{———— } CH_2 \text{ ————} \end{array}$$

وفي الظروف الحامضية تتصل مجاميع الأمين والاميد خلال مجاميع المثيلين .

$$R-NH-CH_2OH + H_2N-COR_1 - R-NH-CH-NH + H_2O$$

$$\text{And } R-NH-CH_2OH + H_2N-C(=NH)NHR_4 \rightarrow R-NH-CH_2NH-C(=NH)NHR_4 + NH_4 + H_2O$$

النيتروكازين Nitrocasein :

يحضر بتفاعل الكازين مع حمض النيتريك مع إضافة اليوريا إلى وسط التفاعل لمنع تأثير حمض النيتروز المتكون على الكازين والمشتق الناتج ذو لون أصفر ذائب في الأحماض والقلويات ويمكن تثبيت هذا المشتق على الياف القطن بالبخار والناتج يقاوم إزالة الصبغة بالماء والصابون والكلور أى يستخدم لمنع إزالة الصبغة من الاقمشة أى لتثبيت الصبغة على القماش .

تفاعل اللون البني Browning Reaction :

إذا تم حفظ الألبان المركزة وكذلك المجففة هذه طويلة أثناء التخزين فإن هذه الفترة كلما زادت نشأ عنها اللون البني وقد تم دراسة التفاعل المتسبب فى ذلك بواسطة كثير من الباحثين والذين توصلوا مبدئياً أن التفاعل

الحادث هو ما بين المجموعات الأمينية الحرة في بروتين اللبن وبـين المجموعـة الألدهيدية لسكر اللاكستوز CHO هو السبب فى نشوء اللون البنى .

وهذا التفاعل أي يحدث بسرعة ويزداد حدته بتوفر الشروط التالية :-

١- رفع درجة الحرارة .
٢- قيمة الـ pH .
٣- المحتوى الرطوبي للمادة البروتينية .
٤- الرطوبة النسبية التي يتعرض لها البروتين .

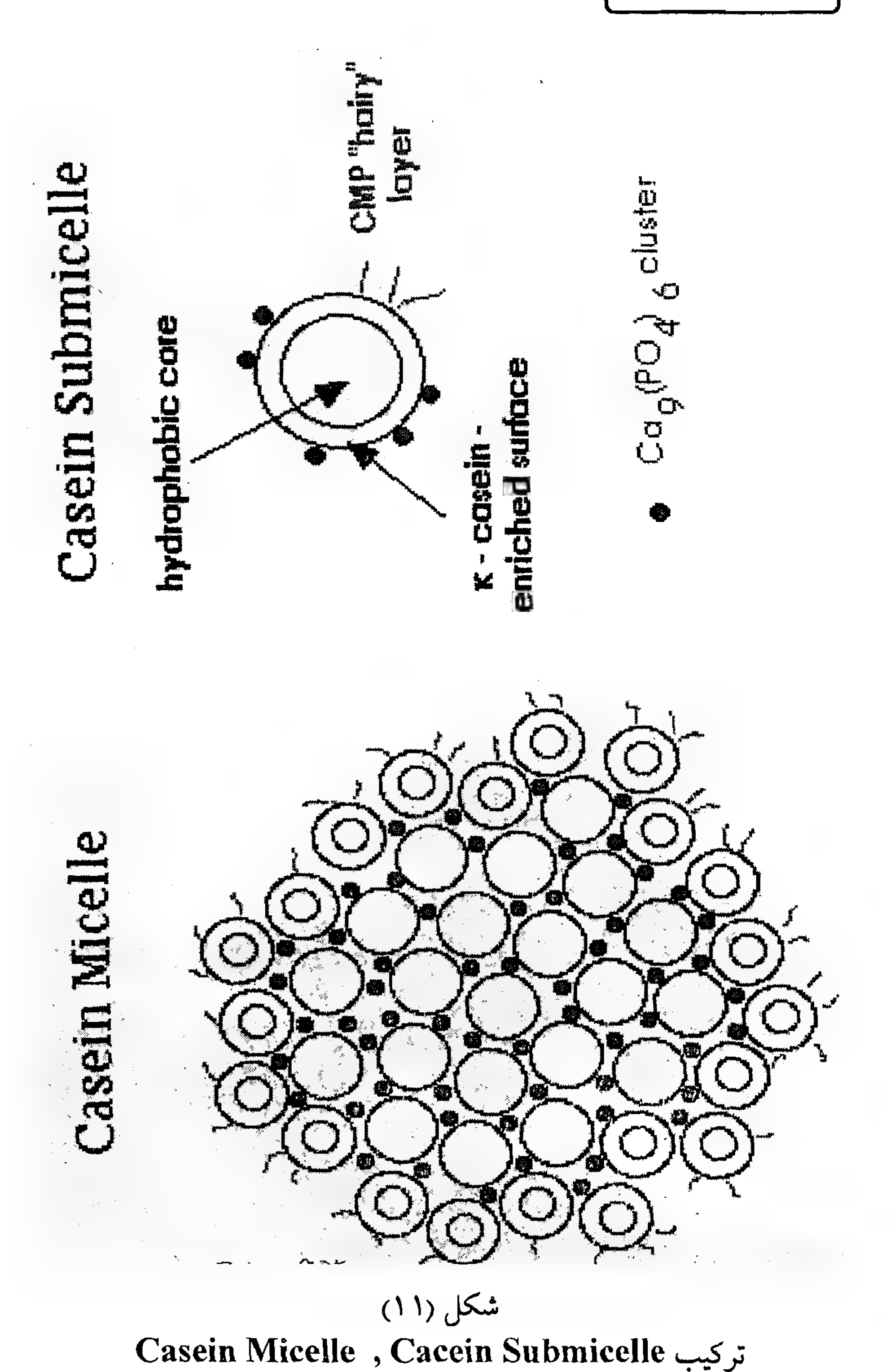
وهذا التفاعـل الحـادث يبـدو قريـب الـشبه لما يحـدث بـين الكـازين والفورمالدهيد في أن التفاعل المبدئي يشمل الألدهيد ومجـاميع الأمـين الحـرة ولكن يخالفه في أن هناك تفاعـل ثـانوي وعنـده ينـتج اللـون ويحـدد انتـشاره البروتين .

وفي بـادئ الأمـر ظهـر أن الليـسين Lysine علـى وجـه التحديـد هـو الحامض المهم والذي يشترك في التفاعل ولكن ظهر بعـد ذلـك أن الأرجيـنين والهيستيدين والميثيونين والتيروسين هي جميعاً يمكنـها أن تهـاجم أو تـدخل في التفاعل وذلك باتحاد المجاميع الأمينية الحرة لتلك الأحماض الأمينية الأساسية مع بعضها البعض وعلى ذلك فـإن القيمـة الــ البيولوجيـة لبروتينـات اللـبن تتعرض للتلف .

هذا وقد تناول العديد من العلمـاء تفـاعلات اللـون الـبني وآخـر مـا توصل اليه هو ما أوضـحه العالمـان Haugaard and Tumerman بـشأن العلاقـة الكمية لتفاعل مركب Aldose – Amino والذي اقترحا أهميته في تفاعل اللـون البني الناشئ وأنه يعتبر خطوة أولية في تكوين اللون البني .

تفاعل الكازين مع الفورمالين :

هذا التفاعل يؤدي لحدوث تلف للمجموعة الأمينية NH_2 في البروتين ويتخذ هذا التفاعل كأساس لتقدير الكازين كيمائياً بطريقة الفورمول .



شكل (١١)

Casein Micelle , Cacein Submicelle تركيب

طرق الحصول على الكازين CASEINS :

١- تمّ الحصول على الكازين من لبن فرز غير مبستر وذلك بالتحميض حتى pH = 4.6 وذلك بإضافة محلول ١ع من Hcl.

٢- تم فصل الراشح بالترسيب خلال شاشة .

٣- يغسل الراسب بالماء المقطر ثم يعاد ذوبانة مرة أخرى وذلك باستخدام محلول ١ع من NaOH حتى نصل إلى PH=7 .

٤- ثم تجرى عملية الترسيب مرة أخرى ثم الغسيل والمعادلة وتكرر ثلاث مرات .

٥- محلول الكازين (PH=7) يجرى له عملية تجفيد ثم يحفظ على – ٢٠ْم حتى الاستخدام .

وتم دراسة تأثير بعض العوامل على تركيب الكازين ومنها ما يلي :

أولاً : تأثير نوع الحيوان على تركيب الكازين :

أ- مقارنة بين كازين الحيوانات الثديية المختلفة :

تميز الـ α_s – Casein للبن الجاموسي بوجود أربع بروتينات مختلفة عن تلك الموجودة في اللبن البقري .

حيث وجد العالمان (Addeo et al.,Abd El-Salam 1975) نتائج مشابهة وقد سموا اثنين من الأربعة ذو السرعة العالية

α_{s1} I, α_{s1} I I والمركبين الآخرين α_{s2} I, α_{s2} I I .

- والـ B-Casein في الجاموس مشابهة لذلك الموجود في اللبن البقري .
- والـ K-Casein في اللبن الجاموسي تحتوي على مركبات عديدة وهذه النتائج مشابهة لنتائج (Mehanna et al., 1982) .

- كازين لبن الماعز :

تم فصل كازين الماعز إلى مركبين رئيسين هما B-Casein ، α_{s2} - Casein وذلك مقارنة بالكازين البقري واحتوى كذلك على بروتين بأجزاء صغيرة أو بسيطة جداً مشابهة لـ α_{s1} - Casein ، K - Casein.

وقد وجد العالم (El - Shibiny-1978) أن B - Casein هو الجزء الرئيسي للبن الماعز .

- كازين لبن الغنم :

تم فصله إلى ثلاث مركبات رئيسية واثنين بمحتوى بسيط أما الأجزاء الرئيسية فهي مشابهة لـ B - Casein & α_{s2} - Casein أما K - Casein & α_{s1} - Casein موجودين بتركيزات منخفضة .

- كازين ألبان الأفراس :

وهو مشابه في تركيبه لكازين الغنم .

- كازن ألبان الحمير :

يتميز بمحتواه العالي من البروتين المشابه لـ α_{s1} - Casein .

- كازين لبن الجمال :

المركب الرئيسي لهذا الكازين هو B - Casein مقارنة بكازين اللبن البقري والمركب الثاني هو α_{s2} - Casein بينما المركبين الآخرين ذات التركيز المنخفض موجودين حول α_{s1}

والجدول التالي يوضح تركيب كازين الألبان المختلفة :

Component	Cow	Buffalo	Goat	Sheep	Camel	Horse	Donkey
α_s Casein	52.54	42.71	49.05	50.38	39.74	58.98	39.62
B-Casein	20.62	34.05	37.40	32.57	54.60	40.11	40.88
K-Casein	23.78	21.64	13.08	19.05	10.93	0.90	19.49

من الجدول يتضح أن :

١- كازين البقر والفرس والغنم محتواه عالي من α_s - Casein .

٢- كازين لبن الجاموس - الماعز - الغنم - الجمال - والأفراس والحمير محتواه عالي من B- Casein وهذا البروتين (B Casein) يتميز بخصائص غريبة ووجوده بتركيز عالي يؤثر على الخواص التكنولوجية لمثل هذه الألبان .

ب - محتوى أنواع الكازين المختلفة من الأحماض الأمينية :

أثبتت الدراسات أن الكازين الناتج من الثدييات المختلفة يحتوي على نفس الأحماض الأمينية ولكن الاختلاف في الكمية .

وعموماً وجد أن كازين اللبن البقري محتواه منخفض من السيستين و السيستيئن ولكن كازين اللبن الجاموسي محتواه من السيستيئن عالي يصل لحوالي من ٢ : ١٠ مرات مقارنة بالأنواع الأخرى .

وذلك ربما يرجع إلى محتواه العالي من α s2 كازين المحتوى على السيستيئن .

كذلك وجد أن كازين ألبان الأفراس محتواه عالي من الأرجنيين مقارنة بالأنواع الأخرى .

كما وجد أن ألبان الحمير محتواها من الفالين عالي بينما محتواها من الليسين منخفض .

أثر مرحلة الحليب على مكونات كازين اللبن البقري :

كما سبق وأن ذكرنا من تعريف الكازين على أنه عبارة عن فوسفوبروتين تم ترسيبه من اللبن الفرز باستخدام حموضة تصل إلى pH=406 وعلى درجة حرارة 20°م .

وقد قامت جمعية علوم الألبان الأمريكية (ADSA) بتقسيم الكازين حسب سهولة الحركة للإلكتروفورسيس في البولي أكريلاميد القلوى أو جيل النشا المحتوى على اليوريا وقد يحتوي أو لا يحتوي على Mercaptoethand.

وتم تطوير العديد من الإجراءت الإلكتروفورتية لتجزئة أو تنقية الكازينات المختلفة . والدراسات الحالية قصدت تفسير وشرح تأثير مرحلة الحليب على مكونات كازين البقر الفريزيان باستخدام الفصل الإلكتروفوسيس كماً ونوعاً .

وفي إحدى الدراسات تم استخدام ٦٤ عينة لبن بقري فريزيان كمثل اللبن الطبيعي خلال شهور من موسم الحليب حيث جرى فصل مكونات كازين اللبن إلى كلٍ من B-Casein، - K، - α_s.

وذلك بواسطة التحليل الكهربي (الألكتروفورسيس) على جل البولى أكريلاميد . هذا مع تقدير النسبة المئوية لكل من المكونات السابق ذكرها وذلك في كل من الشهر الأول والثالث والخامس والسابق والتاسع من شهور الحليب كما يتضح من الرسم البياني التالي :

وقد أوضحت النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة ما يلي:-

١- تأثر قيم مكونات الكازين موضع الدراسة بمرحلة حليب اللبن فالنسبة للألفا Casein - α_2 وجد أن محتواه قد تناقص بتقدم موسم الحليب بينما أظهر كل من المكونين بيتا كازين ، كابا كازين عكس ذلك .

٢- التحليل الإحصائي للنتائج بيّن أن اختلاف قيم مكونات الكازين أثناء موسم الحليب كانت معنوية جداً ، كما وجد أن هناك ارتباط سالب معنوياً جداً بين مكون الألفا - إس كازين وكل من المكونين بيتا كازين (B-Casein) وكاباكازين (K-Casein) بينما كان هناك ارتباط موجباً معنوياً جداً بين بيتا كازين (B-Casein) وكابا كازين (K-Casein) .

٣- هذه النتائج لها أهميته عند تصنيع المنتجات اللبنية التي تتأثر بقيم مكونات كازين اللبن .

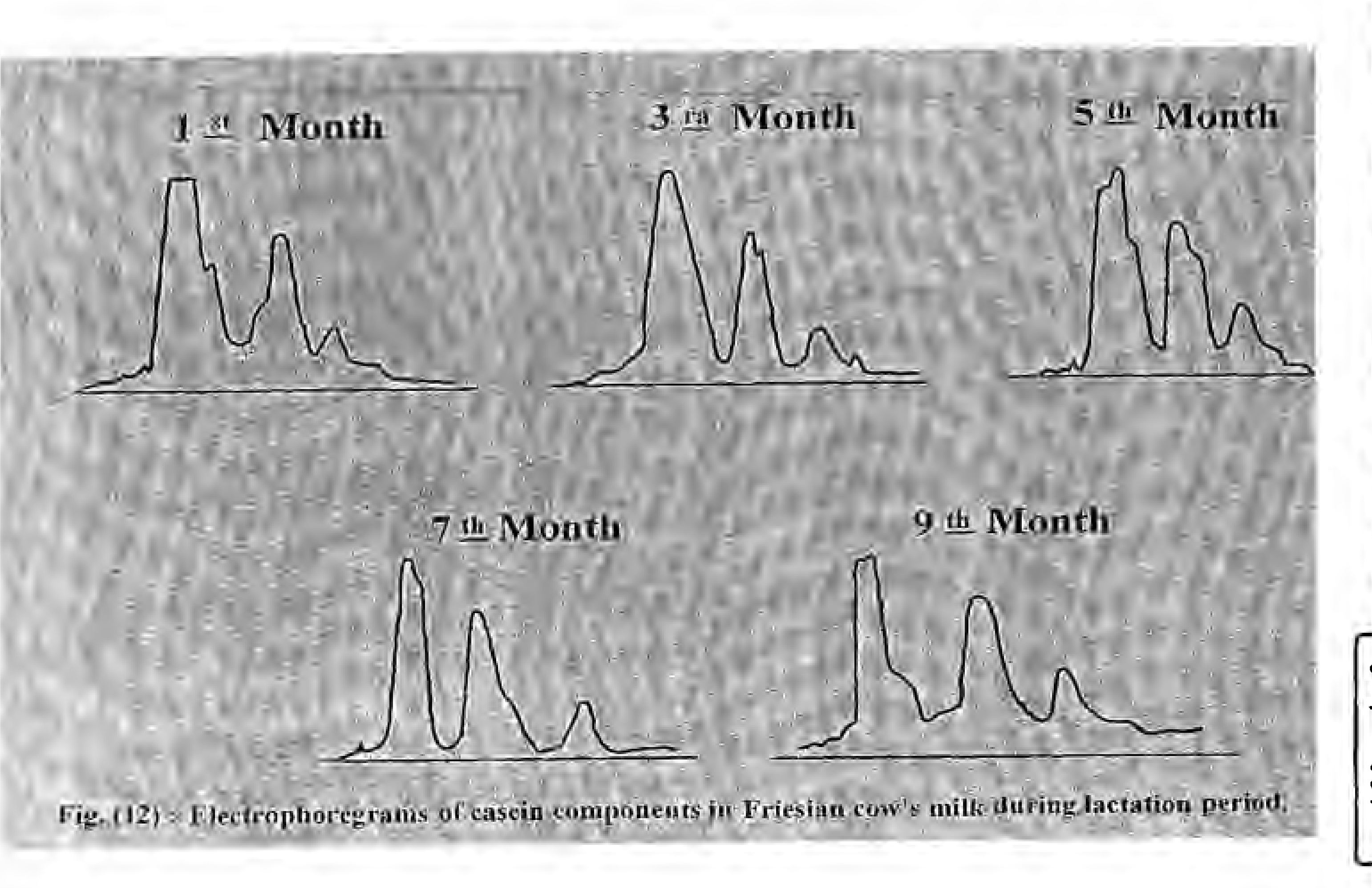


Fig. (12) : Electrophoregrams of casein components in Friesian cow's milk during lactation period.

Table 20. Effect of the stage of lactation on α_s-, β- and K-casein of Friesian cow's milk.

Stage of lactation (Months)	Number of milk samples	Casein Components %					
		α_s-Casein		β-Casein		κ-Casein	
		Range	Average	Range	Average	Range	Average
1st	14	57.62 - 60.27	58.87	32.75 - 36.95	34.81	5.58 - 7.12	6.32
3rd	11	56.22 - 58.58	57.27	33.92 - 37.77	35.65	6.29 - 7.90	7.08
5th	14	53.24 - 55.81	54.66	35.66 - 39.12	37.40	7.12 - 8.74	7.94
7th	12	51.87 - 54.35	53.18	36.23 - 39.72	38.16	7.75 - 9.57	8.66
9th	13	49.74 - 53.00	51.30	37.65 - 40.93	39.42	8.38 - 10.42	9.23
Total	64	—	—	—	—	—	—
General average	—	—	55.07 ±2.91	—	37.08 ±2.04	—	7.85 ±1.20

Table 21. Correlation coefficients between casein cormponents of Friesian's milk as affected bf the stage of lactstion

Correlations	α$_s$-Casein	β-Casein	k-Casein
α$_s$-Casein	1.0000	−0.8107**	−0.8605**
β-Casein	−0.8107**	1.0000	0.8112**
k-Casein	−0.8605**	0.8112**	1.0000

** = Highly significant correlation ($P < 0.01$).

Table 23. Mean squares of the casein components of Friesian's milk as affected by the stage of lactation

Souree of variation	Degree of freedom	Casein Components		
		α$_s$-Casein	β-Casein	k-Casein
Stage of lactation	4	121.3656**	45.3114**	18.7553**
Error	59	0.8059	1.3773	0.2579
Total	63	—	—	—

** < Highly significant difference ($P < 0.01$).

ثالثاً : تأثير كلوريد الصوديوم على مكونات الكازين :

نظراً لأهمية ملح الطعام في الصناعات اللبنية حيث يدخل كمكون رئيس في صناعة الجبن فقد تم دراسة تأثير كلوريد الصوديوم على ثبات كازينات الكالسيوم البقري والجاموسي :

وبدراسة تأثير إضافة تركيزات مختلفة من كلوريد الصوديوم (٠,١ - ٠,٥ مول) على درجة ثبات كازينات الكالسيوم فى اللبن الجاموسي والبقري (٠,٢-٠,٤) مول كلوريد كالسيوم لوحظ الآتي :

١- التركيز المنخفض من كلوريد الصوديوم يحدث أقل معدل ترسيب لكازينات الكالسيوم بينما أعلى معدل لهذا الترسيب يحدث عند تركيز ٠,٣ مول بصرف النظر عن تركيز كلوريد الكالسيوم ونوع الكازين .

٢- معدلات الترسيب تكون أعلى في حالة التركيز العالي من كلوريد الكالسيوم وكازينات الكالسيوم الجاموسي .

٣- بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم ٠,٤ -٠ ٠,٥ مول يحدث ذوبان لكازينات الكالسيوم وهذا الذوبان يكون أعلى عند التركيز المنخفض من كلوريد الكالسيوم .

٤- كازينات الكالسيوم البقري تكون لها معدل ذوبان أعلى من مثيلتها الجاموسي .

ويتضح من هذه الدراسة درجة ثبات كازينات الكالسيوم تجاه كلوريد الصوديوم يعتمد على تركيز الكالسيوم والصوديوم ونوع الكازينات وهذا يعكس أهمية نسبة كلوريد الصوديوم المضافة إلى اللبن في صناعة الجبن الدمياطي .

وقد وجد Zittle 1957 أن التأثير المذيب لكلوريد الصوديوم على كازينات الكالسيوم المترسبة من المحتمل أن يرجع إلى اختزال نشاط الكالسيوم أو لإزاحة جزء من أيونات الكالسيوم .

وقد وجد Grufferty and Fox 1985 أن تركيز الكالسيوم الذائب يزداد بإضافة تركيزات مرتفعة من كلوريد الصوديوم (٠,٤-٠,٥ مول) .

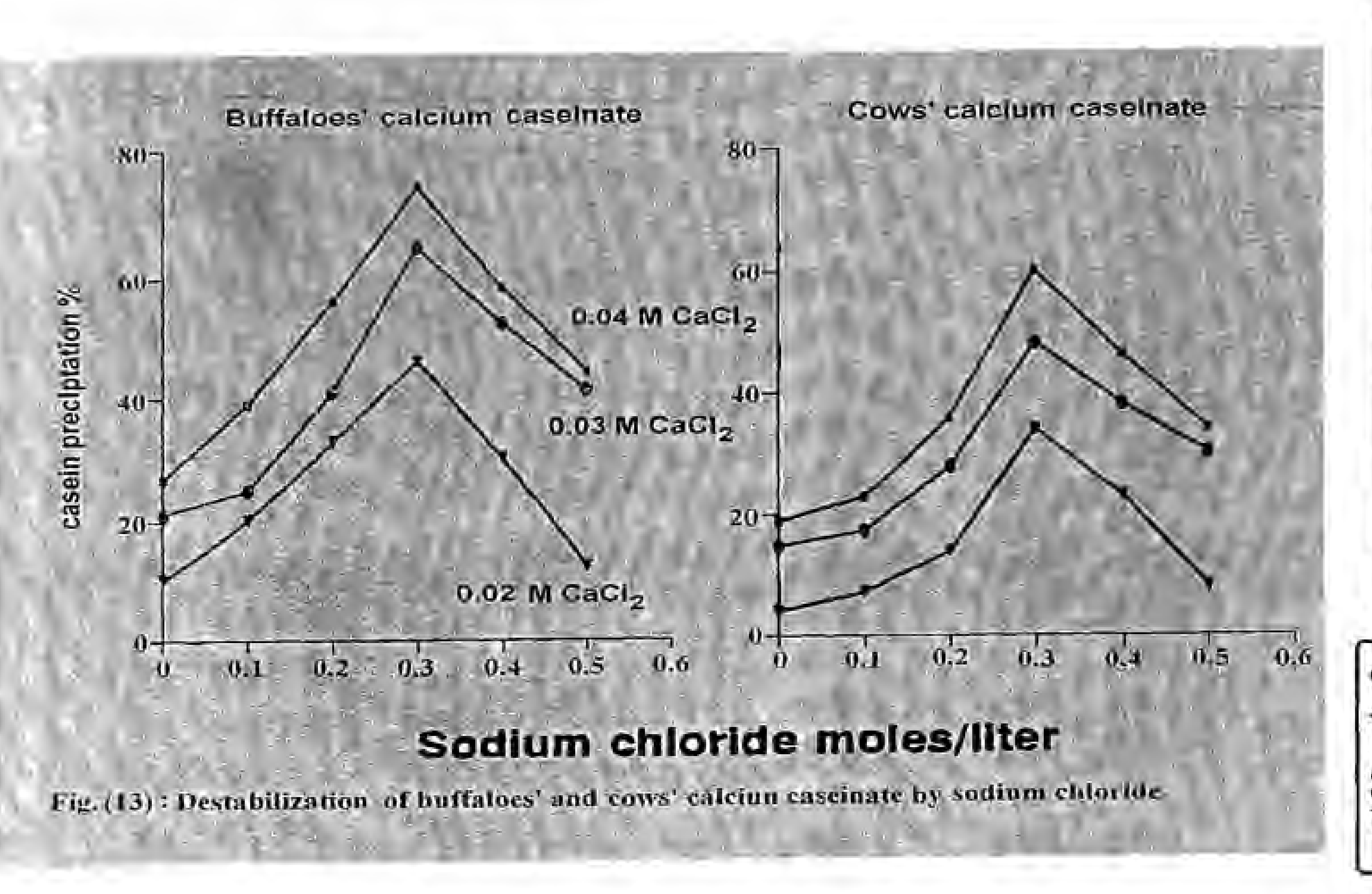


Fig.(13) : Destabilization of buffaloes' and cows' calciun caseinate by sodium chloride

Fractionation of Casein

١- بالترسيب by Precipitation :

وجـد Christensen and Munksgaard أنـه بتجزئـة ٨٧جـم كـازين (الـسابق تحضيره) بطريقة الترسيب تم الحـصول علـى ٣٢جـم (K-Casein) ، ٣,٥جـم (α_{s1} – Casein) ٨,٤جـم (B+δ – Casein) & ٩,٦جـم (α_s + B – Casein) ٠,٣٥جم (α_{s2} – Casein) والكمية المفصولة من البروتين تمثل حـوالي ٦٢% من الكمية المستعملة .

ولكن يعيب طرق الترسيب بأن الأجزاء المتحصل عليها تكون غير نقية حيث وجد بدراسة نقاوة نواتج الترسيب أن K - Casein يكون مختلطاً بكـلٍ مـن α_s and B- Casein وأن α_s – Casein يحتوي تقريباً على ٩٠% α_{s1} – Casein نقي والباقي α_{s2} – Casein .

وفيما يلي طرق الحصول على أجزاء الكازين المختلفة بالترسيب :-

ويتضح ذلك من الشكل .

١- فصل كاباكازين Isolation of K- Casein :

يعتبر الكاباكازين أحد المكونات الرئيسية للكازين البقـري حيـث أنـه يعمل على أن تكون ميسيل الكازين ثابتة ومنع ألفا - إس ، بيتا كـازين مـن الترسيب في وجود أيونات الكالسيوم.

ويبدأ تجبن اللبن عندما يتكسر الكاباكازين بإنزيمات اللبن المجبنة وهذا التحلل البروتيني المحدد يؤدي إلى عدم ثبات ميـسيل الكـازين . وفيمـا يلـي طريقة فصل الكاباكازين .

١- الكازين المتحصل عليه يتم إذابته في محلول يوريـا ٦,٦ مـول حـتى نحصل على تركيز (١٠%) [تركيز الكازين في محلول اليوريا] .

٢- يـتم إضـافة (بـبطء) حمـضي الكبريتـك (H_2So_4) ٣,٥ مـول حـتى تحصل على PH = 1.5 (Zihle and Custer, 1963) .

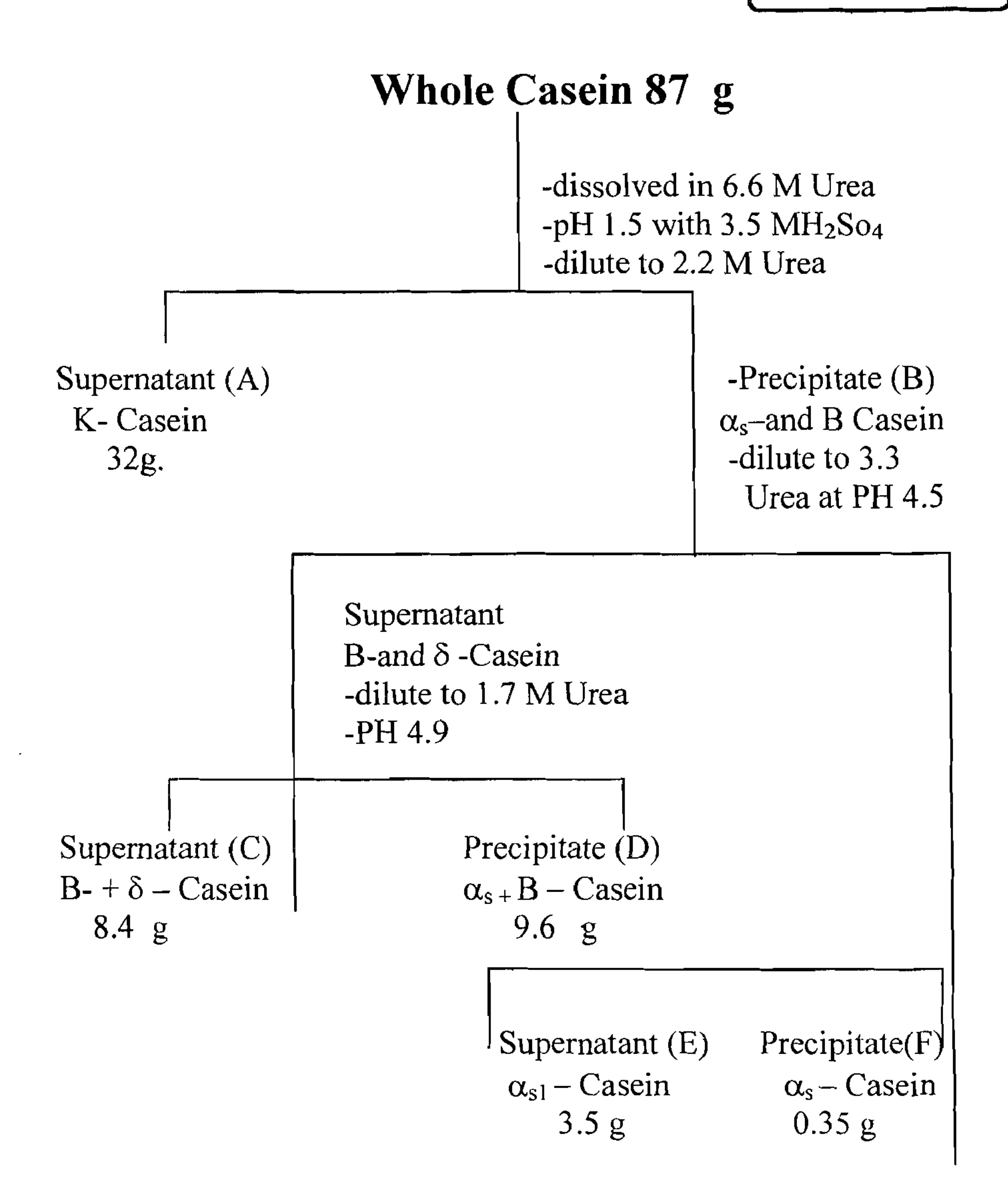


Fig 14 : Flow Sheet digram of precipitation of Whole Casein

٣ - يخفف المحلول بإضافة ماء حتى تركيز ٢,٢ مول يوريا .

٤ - يترك المحلول ساكناً لمدة ٢ ساعة حيث بعدها يبدأ ظهور البروتين المترسب يتم الطرد المركزي على ٣٠٠٠ دوره / دقيقة لمدة ٢٠ دقيقة على درجة حرارة الغرفة .

٥-الـ K-Casein في الراشح يتم ترسيبه بإضافة ١ مول كبريتات أمونيوم (١٣٢ جم كبريتات أمونيوم لكل لتر راشح) .

٦-يجمع الراسب ويذاب في ماء ويذاب بواسطة إضافة ١ مول NaoH حتى PH = 7.5

٧- يتم عمل ديالزيس Dialyzes للمحلول ثم التجفيد .

لكي يتم تنقية هذا التحضير من أي آثار من أجزاء الكازين الأخرى ويتم الترسيب بواسطة الايثانول كالآتي :

(Mckenzie and wake, 1961)

أ- حجم من محلول ١% من الـ K- Casein السابق تحضيره على PH = 0 : 7.

ب- يضاق ١ مول خلات أمونيوم في ٧٥% إيثانول حتى نحصل على راسب واضح .

جـ- الراسب يتم إذابته في ماء مع إضافة NaoH لرفع الـ pH إلى 7.5

د-يتم إجراء الـ dialyzed ثم التجفيد .

٢- فصل بيتا كازين isolation of B-Casein :

١- يؤخذ الراسب الناتج عند تحضير K-Casein ويذاب في ٦,٦ مول يوريا ثم يخفف الـ PH إلى ٤,٥ بواسطة ١ مول Hcl .

٢- يخفف المحلول بالماء حتى يصير تركيز اليوريا ٣,٣ مول (بهذه الطريقة α_s -Casein يرسب ويفصل من B-Casein بواسطة الطرد المركزي .

٣- الراشح يخفف بالماء حتى ١,٧ مول يوريا ويضبط الـ pH حتى ٤,٩ .

٣- فصل αs1 & αs2 كازين

: Isolation of α_{s1} and α_{s2} Casein

١- α_{s2} - Casein الناتج عند تحضير B-Casein يذاب في ٦,٦ مول يوريا ويعاد الترسيب بإضافة الماء حتى تركيز يوريا ٣,٣ مول .

٢- الراسب يذاب في ٦,٦ مول يوريا ويضبط الـ PH على ٧ ثم يجرى له عملية dialyzed .

٣- يضاف ايثانول ٩٦% بمعدل ١ : ١ (٧/٧) ثم يتبع ذلك إضافة ببطء محلول ١ مول اسيتات أمونيوم مذاب في ٧٥% ايثانول لترسيب Casein $-\alpha_{s2}$.

α_{s2} - Casein المترسب يجمع بواسطة الطرد المركزي ويجرى له عملية dialyzed ثم التجفيد .

أما الراشح يخفف بالماء حتى تركيز ٤٠% إيثانول ويرسب Casein - α_{s1} على PH = ٤,٦ بواسطة ١ مول Hcl . يذاب الراسب ويضبط الـ PH على ٧,٥ بعد ذلك يجرى dialyzed ثم التجفيد .

طرق عديدة استخدمت لتجزئة الكازين إلى مكوناته المختلفة مثل الطرق التقليدية السابقة ولكن يؤخذ على طرق الترسيب أن نواتج الفصل ليست نقية تماماً .

ولكن باستخدام ion exchange chromatographes يمكن الحصول على أجزاء الكازين المختلفة في صورة نقية

في الطرق التقليدية من ion exchange chromatographe يمكن الحصول على كميات صغيرة فقط من مكونات الكازين .

ولكن الطرق الجديدة من ion exchange chromatographe يمكنها تجزئة ١جم من الكازين .

وقد وجد أن فصل α_{s1} ، α_{s2} كازين بواسطة ion exchange chromatographe تسبب بعض المشاكل .

وقد تم عزل α_{s0} α_{s1} α_{s2} α_{s3} α_{s4} and α_{s5} باستخدام إضافات بطيئة جداً تدريجياً من Nacl (٠,١ -- ٠,٣ مل Nacl) في محلول منظم (imidazol PH 7.0 , 3.3 M urea) خلال ٦٠ ساعة.

- أيضاً وجد أنه بتجزئة ٢جم كازين بواسطة ion exchange chromatographe تم الحصول على ٠,٣٢جم K-Casein ، ٠,٣٨ جم B-Casein ، ٠,٣٥ جم α_{s2}-Casein و ٠,٤٥ جم α_{s1} Casein والكمية المتحصل عليها تمثل حوالي ٧٥% من كمية الكازين المستعمل .

وباختيار نقاوة الأجزاء المختلفة بواسطة Polyacrylamide gel electrophoresis وجد أنها نقية .

الفروق المختلفة في صفات الكازين الناتج من الطرق السابقة :

- الكازين الحامضى الناتج على حرارة أقل من 10°م يكون صفاته :-

١- حبيبات الكازين ذات مظهر أبيض .

٢- الراسب يكون شرهاً للماء ويكون قوامه مشابهه للجل .

٣- يكون اللون أصفر والقوام جلي على درجة 2°م .

٤-الترسيب يكون غير كامل عند PH ٤,٦-٤,٧ ولكي نحصل على ترسيب كامل عند نخفض الـ PH إلى ٤,٣ .

٥-إعداد الكازين على درجات حرارة منخفضة يجعل له قوام الجل الخفيف Less gell .

- **عدم إضافة أو إضافة كالسيوم** :

١- الكازين المتحصل عليه بالطرد المركزي ذو قوام جل عكر مع وجود سائل رائق فوق طبقة الكازين المتحصل عليه - كمية السائل الرائق المتكون تقل بزيادة الكالسيوم المضاف أو زيادة درجة الحرارة .

٢- كازين الجل المتحصل عليه بالطرد المركزي للبن الفرز غالباً متشابهة للمتحصل عليه بواسطة كبريتات الأمونيوم .

ومن ناحية أخرى فإن الجل المتحصل عليه بالترسيب بكبريتات الأمونيوم قوامه ناعم ويذوب بسهولة في الماء ومن هنا لا نستطيع غسله بالماء.

- **من حيث التركيب الكيماوي :**

١- المحتوى النتروجيني :

يكون مرتفع في حالة الفصل بكبريتات الأمونيوم أو الكالسيوم الثنائي عن باقي الحالات .

٢- السكريات السداسية وأمينات السكر السداسى :

محتوى الكازين الحامضي منخفض قليلاً فى هذه المكونات عن طرق الفصل الأخرى.

كابا كازين K-Casein :

يلعب الـ K-Casein دوراً هاماً في صناعة الجبن لذا سنلقي الضوء في هذا الجزء على تركيبه وتأثير بعض الإنزيمات المختلفة عليه .

وقد أثبتت الدراسات أن هناك طرازان وراثيان من الـ K-Casein في اللبن البقري حيث يتكون الـ K-Casein من ١٦٩ حامض أميني والاختلاف بين الطرازين عند الموقع ١٣٦ [Thr (A) Ile (B)] وكذلك الموقع ١٤٨ [Asp Variant Ala (B)] .

وتبعاً لنتائج تحلل K-Casein بواسطة Chymosin إلى K-Casein Para ، K-Casein macropeptide أثبت أنه يتكون من سلسلة مفرده من Polypeptide يتكون من ١٦٩ حامض أميني توزيعها كالآتي :

Asp_4 , Asn_7 , Thr_{14} , Ser_{12} , $SerP_1$, $PyroGlu_1$, Glu_{12} , Gln_{14} , Pro_{20} , Gly_2 , Ala_{15}, Cys_2 , Met_2 , Ile_{13}, Leu_8, Tyr_9, Phe_4 , Lys_9, His_3 , Trp_1 , Arg_5

كذلك أثبتت الدراسات بأنه عند تحليل الطرازان الوراثيان من K-Casein بواسطة الـ Chymosin فإنه لا يوجد اختلاف في Para K-Casein الناتج ولكن الاختلاف في K-Casein macropeptide (K-MP) نظراً لأن الكسر بواسطة الإنزيم يحدث عند الموقع ١٠٥-١٠٦ بين (Phe- Met) . ومن ثم فإن الـ Para K-Casein يتكون من ١٠٥ حامض أميني .

والـ K-Casein macro peptide (K-MP) يتكون من ٦٤ حامض أميني .

- Para K-Casein لا يحتوي على كربوهيدرات ولكن يحتوي على فوسفور والوزن الجزئي له تقريباً ١٢٢٦٩ دالتون .

- أما K-Casein macro peptide فإنه يحتوي على كل الكربوهيدرات الموجودة في الـ K-Casein كما يحتوي على مجموعة فوسفات واحدة في السيرين الحامضى الأمينى Serine كما أنه يحتوي على حامض ميثايونين واحد وذلك عند موضع الكسر بواسطة الإنزيم .

K-Casein macro peptide يتكون من حوالي ٣٠% كربوهيدرات وحوالي ٧٠% ببتيدات وحوالي ٠,٤% فوسفور ، والوزن الجزئي له يتراوح بين ٦٠٠٠-٨٠٠٠ .

والكربوهيدرات، تتكون من جالكتوز وجالتوز أمين وحامض سياليك sialic acid وهذه الكربوهيدرات عبارة عن ثلاث أو أربع وحدات سكر في N-acetylneuraminic acid والسكريات السداسية (غالباً جالكتوز) [N-acetylhexosamines] وغالبا يكون (N- actylegalacoseamine) مثل :

N-acetylneur aminyl (2-6) & B-galactosyl (1-30r6)
N-acetyl galactos amine

وهذه الكربوهيدرات ترتبط بالأحماض الأمينية الهيدروكسيلية (Thr ar. Ser) عند الموضع ١٢٧-١٤١) في سلسلة الببتيد للـ K-Casein .

- في صناعة الجبن K-MP يبقى ذائب في الشرش ويفصل من خثرة الجبن .

- K-Casein macropeptide في الـ K-Casein عبارة عن سلسلة من الببتيد لها وزن جرئ ٦٧٥٥ دالتون وهو يتكون من ٦٤ حامض أميتي توزيعها كالآتي :

(1Asp , 3Asn , 11Thr , 5Ser , 1 Serp,
8 Glu , 2 Gln , 8 Pro , 1 Gly , 6 Ala
6 val , 1 Met , 7 Ile , 1 leu , and 3Lgs

مما سبق يتضح أن محتواه منخفض من الأحماض الأمينية الكبريتية وخالي تماماً من الأحماض الأمينية الحلقية (His, Arg , Phe , Tyr , Trp) .

- وعن أهمية K-Casein macro peptide يمكن القول إن أول ببتيد يتحرر من الكازين في داخل معدة العجول هو K-Mp هذه الببتيدات التي تتحرر مبكراً في الاثنى عشر من المحتمل أنها تعمل على تنظيم إفراز الإنزيمات مثل gastric or Pancreatic enzymes أيضاً بعض الببتيدات الناتجة عن K-Casein والتي من ضمنها K-Casein macro peptide لها خصائص Opioids .

دراسة نشاط الإنزيمات المجبنة للبن على K-Casein :

ينحصر تحلل الكابا كازين باستخدام إنزيم الكيموسن لإطلاق الكاباكازين ماكروببتيد (نقل الكاباكازينو ماكروببتيد من الوضع ١٠٦ إلى ١٦٩) ابتداء من تجبن ميسيل الباراكازين المترسب على الشكل الذي استخدم في صناعة الجبن وظل الباراكاباكازين جزء من ميسيل الكازين .

وتختلف درجة استمرار الإنزيمات المجبنة وبقائها لتحليل الكازين وكثير من الأبحاث قامت بتفسير تأثير الإنزيمات المجبنة على الكاباكازين وفيما يلي بعض العلماء الذين قاموا بهذه التفسيرات ؛ وجد أن ال k-casein يهدم وينتج ١١ ناتج من الهدم معظمها سالبة الشحنة .وجد أن كاباكازين المكون الوحيد للكازين الكلي الذي هجم بالكيموسين لمدة ٥٠ دقيقة وينتج مركبات كثيرة منها بطيئة وسريعة السريان .

درسوا تأثير ال rennet وإنزيمات التجبن على قطع الكازين بعد التحضين لمدة خمس دقائق فجميع الإنزيمات نتجن N.P.N من الكاباكازين وبالتحديد الكاباكازين ماكروبيتيد .

وإطلاق N.P.N باستخدام الكيموسين والببسين البقري استقر بعد خمس دقائق تحضين ومع ذلك انطلاق NPN باستخدام إنزيم Mucoro Bacillus إستمر لمدة ٦٠ دقيقة وباستخدام إنزيم Bacillus polyxa proteinase استمر لمدة اكثر من ٦٠ دقيقة .

وعموما جمع الإنزيمات المجبنة للبن بها تأثير تحللي نوعي على الكاباكازين في بداية التأثير وفي نهاية التأثيرات المختلفة ينتج من الانزيمات المختلفة باراكاباكازين .

وقد درس تحلل الكازين باستخدام Bovine pepsin & Chymosin & Cryphonectria parasitica & Mucor Bucillus rennets .

وكانت بداية تحلل كابازين على PH = 6 جيدة .

تم دراسة تخصص الإنزيمات المجبنة للبن من Irpex lacteus وذلك باستخدام الكاباكازين حيث كسر إنزيم Irpex Lacteus الرابطة بين (Phe_{105}- Met_{106}) للكاباكازين والموضع (Ser_{80}-Leu_{79}) (Val_{31} - Tyr_{30}) للباراكاباكازين .

وتم تطوير الطرق المختلفة لتتبع عمل وتأثير هذه الإنزيمات البروتينية.

والطرق العلمية تشمل ترسيب البروتين بالـ TCA وتقدير NPN في الجزء الذائب . ويستخدم تقدير NPN لتقدير تحلل الكاباكازين باستخدام الإنزيمات المجبنة للبن على أساس افتراض رابطة ببتيدية واحدة تم تحليلها ومع ذلك لم يتعرف على الموضع في السلسلة الببتيدية من أي ببتيد نشأ .

والعديد من الببتيدات الصغيرة تعطى نفس نتائج NPN كما في الببتيدات الكبيرة حيث تعطى نفس تركيز الذوبان فى الـ TCA .

ومع ذلك لم تميز هذه الطرق بين أنزيم البروتينيز الذي أعطى نموذج عريض للتحلل وبين البرونتينيز الذي أعطى تخصص عالي للرابطة الببتيدية المقررة كما في Phe_{105} - Met_{106} في الكاباكازين .

- والإنزيمات المختلفة تحلل روابط مختلفة وقياس NPN الناتج من تحلل الكاباكازين للبن الذي تكون له قيمة بلانك عالية (لأن اللبن يحتوي من البداية على تركيزات عالية من الببتيدات الذائبة فى TCA ومركبات نتروجينية وكذلك اليوريا) ويمكن أيضاً تقديره عن طريق قياس كمية حمض السياليك Sialic acid في الناتج الذائب فى TCA أو قياس درجة التعكير في راشح TCA

بعد إضافة حمض Phosphotungstic acid أو باستخدام التحليل الكهربائى electrophoresis حيث يلاحظ اختفاء الكاباكازين باستخدام الإليكتروفورسيس أو باستخدام طرق عزل بروتينات اللبن باستخدام HPLC high pressure ligued chromatography .

تأثير الكيموسن على الكاباكازين :

: Chymosin Action on K-Casein

عند تحليل K-Casein بواسطة الكيموسين لوحظ منحنى جديد بعد حوالي ٧,٨ دقيقة في Therp HPLC وحتى بعد ٦٠ دقيقة من التحضين لم يلاحظ ظهور منحنيات أخرى كما في الشكل رقم (١) .

وبزيادة تركيز الإنزيم حتى ٥٠ مرة لم يحدث ذلك أي تغير في الشكل الكبروماتوجرافي وهذا يوضح أن الكيموسين متخصص في كسر الـ K-Casein عند الوضع $Phe_{105} - Met_{106}$.

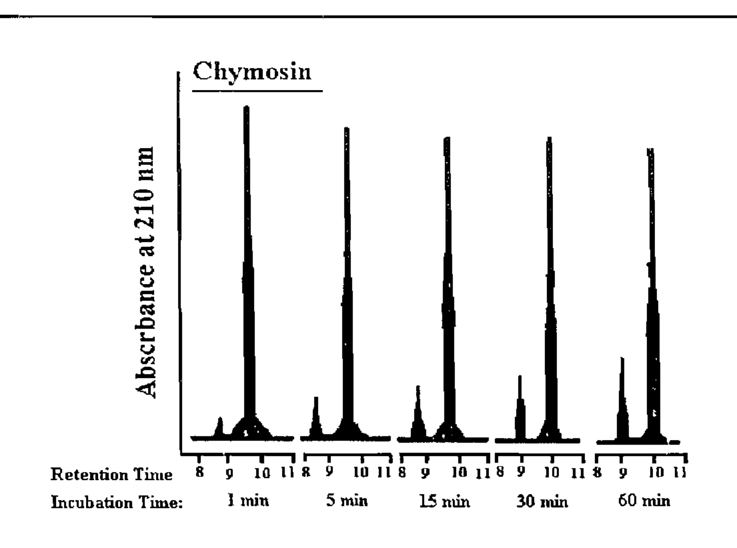


Figure 15. Reverse-phase HPLC chromatogram of the hydrolytic products from the acuon of chymosin on κ- casein at various incubation times. Racation mixture contained 5 ml of 1% κ-casein solution (pH 6.6) in phosphate buffes 0.5 im and 5 μi of high chymosin caif rennet (1.46 RU/ml).

تأثير Mucor miehei Rennt على الكاباكازين
Mucor miehei Rennet Action on K-Casein

بعد التحضين لمدة ١ دقيقة لم تسبب Mucor michei rennet تحلل نوعي للكاباكازين ومع ذلك باستخدام مدة قدرها ٦٠ دقيقة لم يبقَ كاباكازين ولا باراكاباكازين كما في الشكل ١٦ .

وبداية التأثير التحللي Mucor Miehei rennet كان إبط من بدية التأثير التحللي للكيموسين ومع ذلك تم قياس نشاطهم على نفس اللبن المتجبن .

- والعديد من الروابط الأخرى في الكاباكازين كسرت بعد خمس دقائق واستشهد على ذلك بواسطة ظهور منحنيات زائدة .

- وحجم منحنى كاباماكروببتيد في شكل رقم (١٦) يشابهه الموجود في شكل رقم (١٥) الذي يبن أن معظم التحلل الزائد الذي حدث خص الباراكاباكازين.

ومع أن بداية نشاط الكيموسين كانت أسرع من Mucor Miehei rennet التي كانت أقل نشاطًا حتى ٦٠ دقيقة والتي عندها انكسر الكثير من الروابط المختلفة على الباراكابا كازين التي أنتجت أكثر من سبع منحنيات على HPLC كروماتوجرافى .

- وبذلك فإن Mucor miehei نشاطه أقل من نشاط الكيموسين وكل منهما حللا الرابطة الرئيسية (Phe_{105}-Met_{106}) أولاً.

جملة النشاط التحللي للـ Mucor Miehei rennet ليست متخصص في تحليل K-Casein مثل الكيموسين .

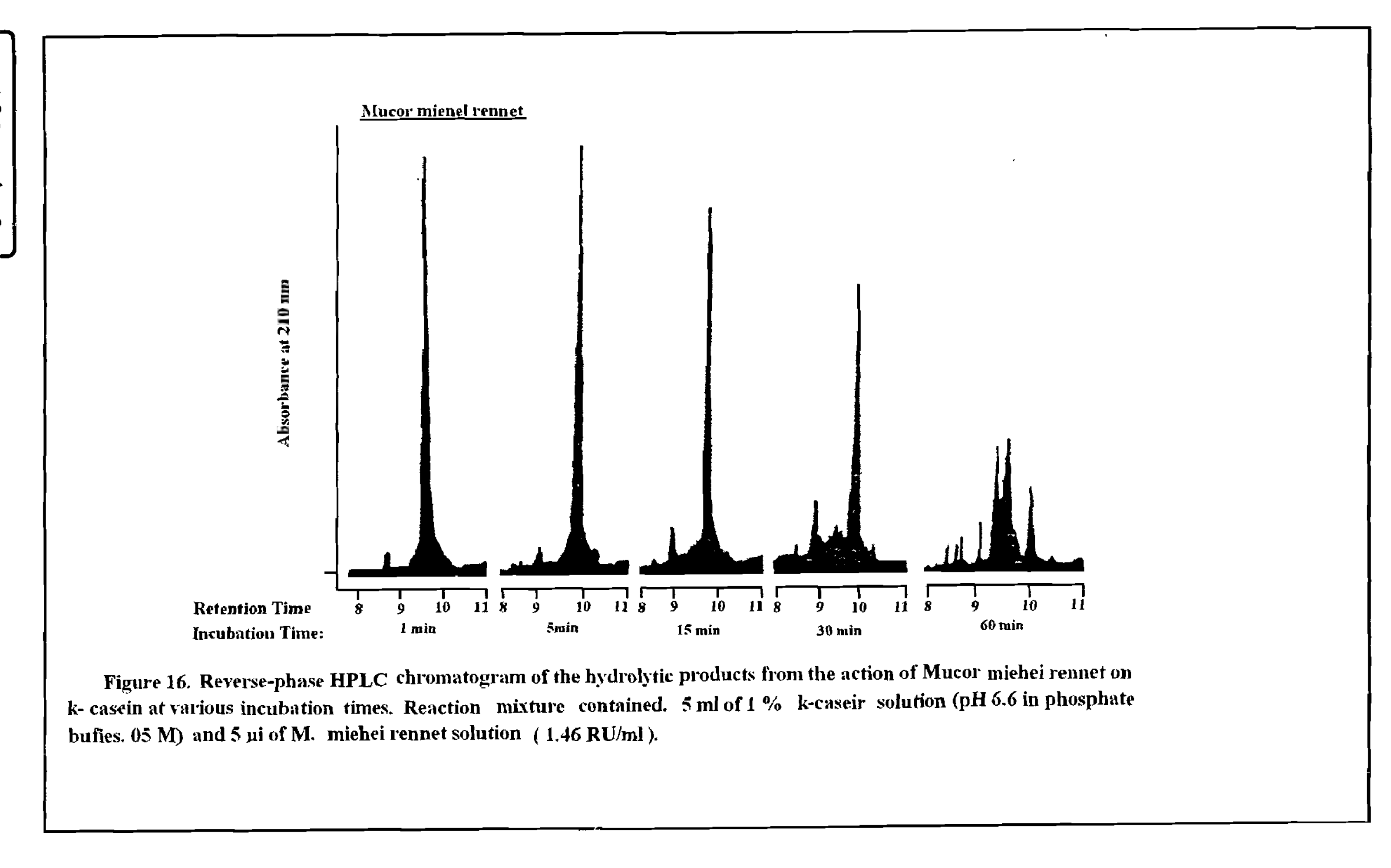


Figure 16. Reverse-phase HPLC chromatogram of the hydrolytic products from the action of Mucor miehei rennet on k- casein at various incubation times. Reaction mixture contained. 5 ml of 1 % k-caseir solution (pH 6.6 in phosphate bufies. 05 M) and 5 µi of M. miehei rennet solution (1.46 RU/ml).

Cryphonectria Parasitica Rennet Action on K-Casein

تأثير C.parasitica rennet **على الكاباكازين** :

نتيجة لتحضين الكاباكازين مع Cryphonectria Parasitica Rennet أعطى ثلاث منحنيات في الشكل الكروماتوجرافى لتأثير الأنزيم في أثناء ٦٠ دقيقة للتحضين في وجود معدلات منخفضة ومرتفعة من الإنزيم كما هو موضح في الشكل (١٧) .

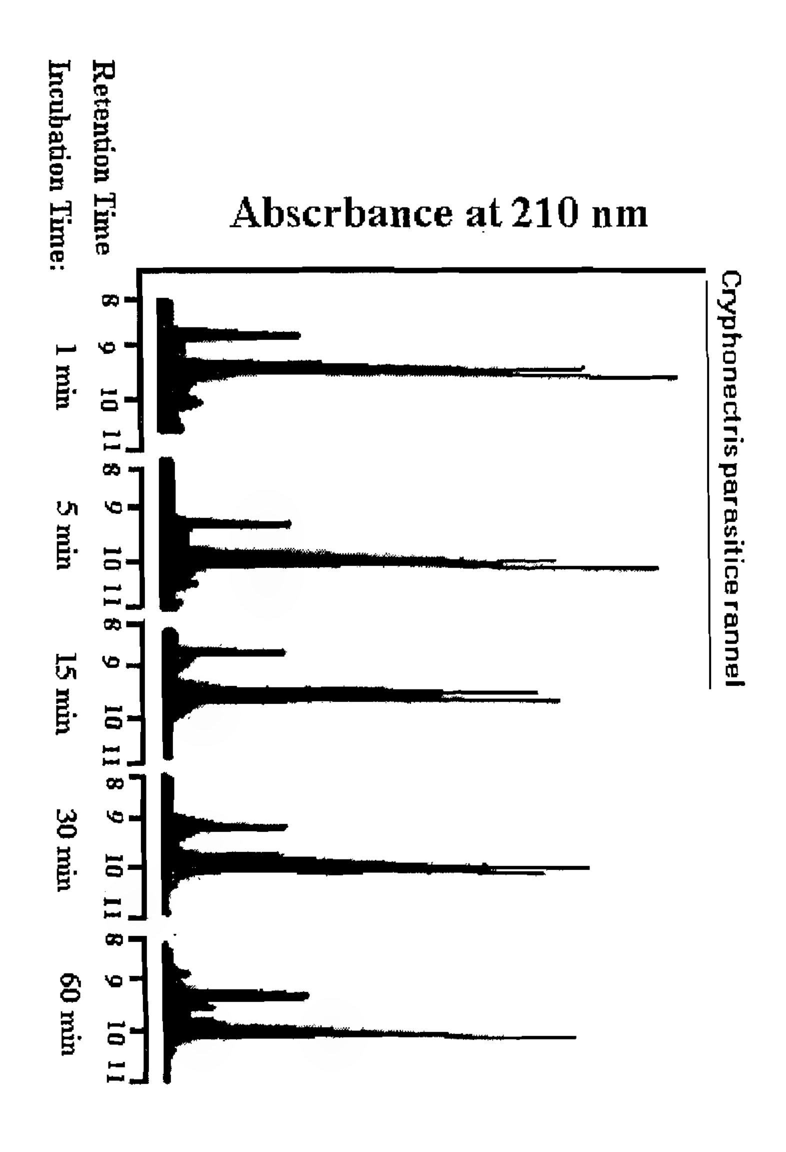
- وإذ وجد أن C. Parasitica Rennet يقوم بالتحلل البروتيني أكثر من Mucor Miehei rennet حيث وجد أن معدل بداية التحلل للكازين باستخدام C. Parasitica Rennet تكون أعلى من تحلل الكازين باستخدام الببسين البقري والكيموسين و Mucor Miehei rennet .

ولوحظ أن كاباماكروببتيد تنطلق من كاباكازين بسرعة أكثر باستخدام C. Parasitica Rennet .

كما لوحظ أيضاً أن C. Parasitica Rennet أكثر تخصصاً في تحليل الـ K-Casein من M. meihei rennet .

ومما سبق نلاحظ أن الإنزيمات المجبنة للبن مثل الببسين و Mucor Miehei rennet تكون أقل تخصصاً من الكيموسين في تحلل كابا كازين فهو يقوم بتخثر بطئ وبمعدل ثابت.

ويستثنى عن ذلك C. Parasitica Rennet الذي ينتج تخثر أسرع وبمعدل ثابت من الكيموسين .



- تحلل كابا كازين إلى كاباماكرووببتيد واثنين من الببتيدات الأخرى مع وجود hydrophobicities يكون مشابهة تماماً عند استخدام إنزيم .C Parasitica Rennet في تحلل كاباكازين ويمكن أن يستخدم في تفسير التحلل الذي يحدث .

ووجدوا أن K-Casein المعامل بالكيموسين احتوى على منحنين بينما C. Parasitica Rennet & Mucor Miehei rennet احتوى على سبع وأربع منحنيات على التوالي خصوصاً M. Miehei rennet حلل عدة مواقع على كاباكازين واحتوى على رابطة Phe_{105} - Met_{106} وكسر كل البارا كاباكازين أثناء التحضين حتى ٦٠ دقيقة .

Cryphonectria parasitica rennet كسر الكاباكازين لإنتاج كاباماكروببتيد وعدد ٢ ببتيد آخرين مشابهين لـ Para K- Casein .

ومكان الكسر الثاني في كاباكازين بواسطة C. Parasitica Rennet من المحتمل أن يكون حلل كاباكازين على الموقع Ser_{80} — Leu_{79} .

- والـC. Parasitica Rennet يعتبر أكثر تخصصاً وأقل تحللاً مقارنة بـ Mucor Miehei rennet .

- وبداية معدل التحلل للكاباكازين باستخدام Parasitica rennet كان أعلى مقارنة بالكيموسين أو Mucor Miehei rennet .

ويعتبر الكيموسين الإنزيم الوحيد القادر على تغير شكل كاباكازين بمفردة إلى ماكروببتيد وباراكاباكازين والإنزيمات الميكروبية المعزولة تكون غير متخصصة وتحلل Para K-Casein ببطء إلى ببتيدات صغيرة .

وبناءً على ذلك فإن تلك التحضيرات تكون قليلة الاستخدام في صناعة الجبن .

وقد أثبتت الأبحاث أن إنزيم الكيموسين هو الوحيد الذي له القدرة على تحويل كاباكازين ببطء إلى الماكرو ببتيد وكاباماكروببتيد بينما الإنزيمات الميكروبية ليست متخصصة وتعمل على تحليل Para - K - Casein إلى ببتيدات صغيرة .

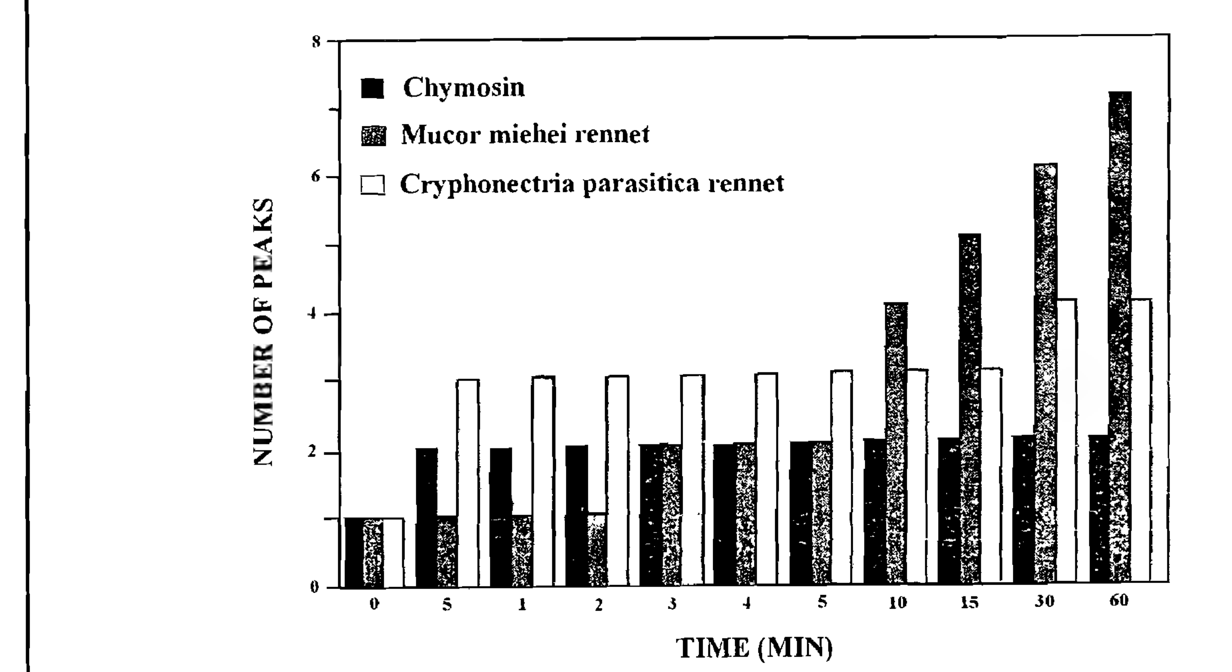


Figure 18. Effect of milk-clotting enzymes on the number of peptide fragments fromed during enzymic hydrotysis of k-caseiv at pH 6.6 and 37C. Reaction mixtures contained 1 % k-casein in .05 M phosphate buffer. pH 6.6. and .0146 RU of high chymosin calf rennet, Mucor miehei rennet, or Cryphonectria parasitica rennet.

القيمة الغذائية
والاستخدامات المختلفة لشقوق البروتين

أولاً : القيمة الغذائية للكازين :

هو عبارة عن مجموعة من البروتينات الفوسفورية المركبة الغير متجانسة ؛ حيث يمثل الكازين ٨٠% من بروتين اللبن (T.P) .

تعتبر البروتينات ذات أهمية كبيرة في العمليات الحيوية حيث تمثل جزء كبير من الغذاء وكذلك من أنسجة الجسم المختلفة للإنسان والحيوان .

حيث تحتوي تلك البروتينات (الكازين) على الأحماض الأمينية الأساسية بصورة متوازنة لاحتياجات الجسم وهي الأحماض الأمينية الضرورية للجسم والتي لا يستطيع الجسم تخليقها ويجب أن يستمدها من الغذاء .

عند مقارنة الكازين بالبروتين القياسي (بروتين البيض) نجد أن :-

الكازين قيمته الغذائية ٩٨% من بروتين البيض .

لذلك يعتبر الكازين ذو قيمة غذائية عالية لارتفاع معامل الاستفادة والهضم له كما أن البروتين يمد الجسم بالطاقة أيضاً .

الأهمية التغذوية للكازين :

- قابلية الهضم الأنزيمي العالية للكازين والاستفادة منه .
- ارتباط الكالسيوم والفوسفور بجزئيات الكازين مما يزيد من قيمته الغذائية .

وربما يعتقد البعض أن الوظيفة الغذائية للكازين واللبن عموماً تفيد في المرتبة الثانية بعد النشاط الحيوي الأكثر أهمية .

أهمية الكازين التكنولوجية :

الكازين من البروتينات الوظيفية Functional proteins حيث يعتبر بروتين وظيفي هام في مجال الصناعات الغذائية وغيرها .

إمكانية الاستفادة من الكازين :-

١- منتجات الخبز والمخبوزات **Bakery products** :

لا يمتلك الكازين الخواص والصفات التي تجعله قريباً من جلوتين القمح ليحل محله في منتجات الخبز ولكن يستخدم للتدعيم الغذائي ولخصائصه الوظيفية وتأثيره على تحسين خواص المنتجات التي تصنع من الحبوب .

ومن المعروف أن في معظم الحبوب يوجد فيها نقص في الحامض الأميني الأساسي الليسين وحيث أن الكازين بصفة خاصة غنياً في هذا الحامض فإن إضافة الكازين بنسبة ٤٪ فقط إلى دقيق القمح تعتبر نسبة كافية لزيادة المحتوى من الليسين بحوالي ٦٠٪ .

كما أن إضافة الكازين له أهمية أخرى حيث أنه يرفع من نسبة كفاءة البروتين PER (مقياس يعبر عن القيمة الغذائية للبروتين ويجري على الحيوانات صغيرة العمر ويحدد بمقدار الزيادة في الوزن الناتج عن تناول ١جم من البروتين) حيث أن أقصى قيمة له هي ٤,٤ وهي الخاصة ببروتين البيض، ١,١ في دقيق القمح في حين أنها للكازين ٢,٥ ولهذا عند خلط الكازين ودقيق القمح بنسبة ٢٥ : ٧٥٪ على التوالي ترتفع PER إلى حوالي ١,٨ .

ومن أهم الخواص الوظيفية للكازين مع منتجات الخبيز هي خاصية مسك الماء والتي تؤثر في قوام العجين .

*الجدول التالي يوضح استخدام الكازين في منتجات الخبز :-

Casein, Caseinat	(B-1)
Used in:- Bread, breakfast cereals, pastry Glaze, muffins, Cakes mixture, biscuit, Frozen cakes and Muffines	
Effect:-Nutritional,Sensoryproperties,emulsifier,Yield, Forming.	

(Mulvihill, 1992)

منتجات العجائن المجففة (المكرونة) Pasta :

تخلط منتجات الكازين مع الدقيق المعد لصناعة العجائن الجافة مثل المكرونة لتحسين القيمة الغذائية للمنتج ، وأيضاً لتحسين القوام .

ولقد استخدم الكازين لتدعيم المكرونة Macaroni والأسباجيتي Spaghetti بينما تستخدم الكازينات في تدعيم وتقوية الأرز ، العجائن الجافة والخبز ...

وهناك اهتماماً عاماً في اليابان بتدعيم منتجات المكرونة الغذائية Noodle products بالكازين بنسبة تتراوح ما بين ٥-٢٠ % من الوزن الكلي . ولقد أوضحت بعض التطبيقات أن العجائن الجافة المدعمة بالكازين تعتبر منتجات مقلدة أو صناعية Synthetic or Imitation pro. لأنها تحتوي على الكازين كمكون رئيسي وبنسبة مرتفعة وفي هذه الحالة فإن للكازين تأثيراً كبيراً على القوام والتركيب .

*الجدول التالي يوضح استخدام الكازين في صناعة العجائن الجافة :

Casein	(B-2)
Used in : Macaroni. Pasta, Imitation products.	
Effects :- Nutritional, Consistency, Freeze-Thaw Stability,	
Micro wave able	

منتجات اللحوم Meat products :

يستخدم الكازين ومنتجاته عادة مع منتجات اللحوم المفرومة لإمدادها بالبروتين كوسيلة للتدعيم وأيضاً كوسيلة لاستحلاب الدهون ومسك الماء ولتحسين القوام بصفة عامة وعادة ما تكون الكمية المضافة من الكازين منخفضة وأقل من ٥% من وزن اللحم . وقد تستخدم كميات أكبر تصل إلى ٢٠% من وزن اللحم ويكون ذلك لبعض الأغراض الخاصة مثل خفض التكلفة أو زيادة القيمة الغذائية .

ويستخدم الكازين أيضاً على نطاق واسع في صناعة مشابهات اللحم Meat Analogues والتي تعرف أيضاً باللحوم الصناعية أو المخلقة Synthetic or Artificial .

وهناك قوانين مطبقة في بعض الدول تحدد الكمية القصوى للبروتينات من مصادر أخرى غير اللحم التي يجب ألاتزيد عنها الكميات المضافة للحم .

الجدول التالي يوضح استخدام الكازين في منتجات اللحوم :

Casein , Caseinat : (B -3)
Used in :- Minced meat products Effect :- Consistency, emulsifier, gelling, to connect water.

(Mulvihill , 1992)

٢-٢-٤ منتجات الحلويات (المرطبات) Desert – Type products :

على الرغم من أن تأثير كازينات الصوديوم في الحلويات المجمدة مثل الآيس كريم تم دراسته مبكرا في عام ١٩٣٠ فإن تطبيقات ذلك تجاريا محددة بسبب منع العديد من المواصفات القياسية والقوانين لذلك .

فالمواصفات القياسية الأمريكية على سبيل المثال تمنع إستخدام مشتقات الكازين كجزء من المتطلبات الدنيا (١٠%) في جوامد اللبن اللادهنية .

منذ أكثر من ثلاثين سنة ظهرت في الأسواق الأمريكية بدائل الآيس كريم Ice cream substitutes والعديد منها يحتوي على كازينات صوديوم (South . 1994) .

تتمثل وظيفة كازينات الصوديوم في الآيس كريم والحلويات المجمدة في تحقيق ومنح القوام المطلوب (Webb,1970) والعمل كمستحلب (Little,1966) كما أنها تساهم بنفس الوظائف في البودنج سريع الذوبان وفي بعض منتجات الألبان Milk-shakes حيث يكون لثبات الرغوة أهمية أيضا ..وفي صناعة المويس Mousses ((آيس كريم ترتفع فيه نسبة الكريمة ويشكل على هيئة قوالب))؛ في المغطيات المخفوقة والتي تتكون عادة من دهن نباتي ؛سكر ؛بروتين (كازينات صوديوم) ؛مادة استحلاب مثبت ؛وماء وتصنع بخلط المكونات على حرارة ٣٨-46°م ثم يبستر المخلوط ويجنس ثم يجمد بسرعة لحرارة أقل من نقطة التجمد أو يجنس .

الجدول التالي يوضح استخدام الكازين في صناعة الحلويات المرطبة :-

Casein, Caseinat : (B-4)
Used in:-, Ice cream,Frozen sweet
Effect:- Whipping, consistency
Used in:- Mousses, Instant pudding
Effect:- whipping, emulsifier, Consisteney and flaron

(Mulvihill ,1992)

٢-٢-٥ الحلويات المسكرة Confectinery :

يعتبر اللبن في صوره المختلفة مكونا اساسيا ومعروفا ويستخدم بكثرة في العديد من منتجات الحلويات المسكرة لمساهمته الفعالةفي القوام المطلوب وفي لون ونكهة المنتج وبصفة خاصة تلعب بروتينات اللبن دورا هاما في صفات المنتج المطلوبة والتي تظهر وتتكون خلال مرحلة الإعداد والطبخ . علاوة على ذلك فإن معظم هذه المنتجات تهوي أي تختلط بالهواء Aerated باستخدام بروتينات الخفق مثل البيوصين البيض والذي يساهم أيضا في القوام المطلوب .

إن منتجات الحلويات المسكرة (الكاندي) Candy typeproducts مثل الطوفي Toffees ؛ الفدج Fudges (كراميل مسكرة تصنع بإضافة محلول السكر المتبلور) كلها عبارة عن شراب مطبوخ Cooked syrups يبني قوامها وتطعم باستخدام اللبن المكثف المحلي حيث يساهم بروتين اللبن بعدة تفاعلات معقدة مع السكريات تؤدي إلى تكوين القوام اللزج المطاطي (Visco-elastic Texture) وإلى إنتاج العديد من المكونات التي تعطي المنتج نكهته المميزة ولونه المعروف .

ولقد أوضحت تجارب (dewit 1984) إمكانية استبدال البروتين المخفوق بالكازين المتحلل والذي أعطى نتائج أفضل عن مركز بروتين الشرش المحضر بالترشيح الفوقى WPC . UF كما يستخدم الكازين المتحلل كمادة مكونة للرغوة بدلا من ألبيومين البيض ويطبق ذلك في صناعة الحلوى الطرية المارشماللو Marshmallow (والتي تسمى أيضا حلوى كعب الغزال) وفي صناعة النوجة Nougat ويساهم أيضا الكازين المتحلل في ثبات خلطات هذه المنتجات خلال الطبخ على حرارة مرتفعة ويعطيها النكهة الجيدة واللون البني المطلوب .

الجدول التالي يوضح استخدام الكازين في صناعة الحلوى المسكرة :-

Casein, Caseinat
Used in:- Toffees, Caramels, Fudges. Effect:- Resilient, chewy Texture, to connect water, emulsifier Used in:- Marshmallow , Nougat. Effect:- Foam, Stability at high temperature, Flavour Improvements, browining

(Mulvihill, 1992)

٢-٢-٦ المشروبات Beverages :

تستخدم منتجات الكازين في صناعة العديد من المشروبات مثل مشروب الشيكولاته Drinking chocolate ؛ والمشروبات الفوارة Fizzy ؛ مشروبات الفاكهة لما لها من خواص استحلاب وخفق وتكوين رغوة جيدة .

أيضا تستخدم كازينات الصوديوم بكثرة في صناعة مشروبات القشدة الكحولية Cream Liqueurs وهو مشروب كحولي يحتوي على دهن وبروتين اللبن والتركيب الأمثل له .

دهن اللبن	كازينات الصوديوم	سكر مضاف	كحول إيثايل	جوامد كلية
١٦% بمدى(٢,٥-١٧%)	٣,٣% (٢-٣,٥%)	١٩% (١٥-٢٥%)	١٤% (١٢-١٤%)	٤٠% (٣٢-٤٢%)

وقد يصنع هذا المشروب الذي انتشر في الأسواق العالمية منذ سبعينات القرن العشرين باستبدال كازينات الصوديوم بمستحلبات صناعية .

أيضا تستخدم منتجات الكازين في صناعة النبيذ والبيرة كمادة مساعدة في الترويق Clarification أو في الترويق بالترسيب Fining agent وأيضا لتخفيف اللون والطعم القابضAstrigency .

والجدول التالي يوضح استخدام الكازين في صناعة المشروبات :-

Casein, Caseinat
Used in:-, Drinking Chocolate,Fizzy, Fruits Drinking Effect:- Whipping, Stabilized, good foam Used in:- Cream Liqueurs, wine Aperitefs Effect:- emulsifier Used in:- صناعة النبيذ والبيرة Effect:- Clarification, fining agent, Astrigency

(Mulvihill,1992)

٢-٢-٧ الأغذية متقدمة التجهيز CONVENIENCE FOOD :

تستخدم منتجات بروتين اللبن بكثرة في الأغذية متقدمة التجهيز (تلك الأغذية التي يلزمها أقل إعداد (تجهيز) بواسطة المستهلك). تستخدم خلطات الكازينات أو اللبن الفرز المجفف كمبيض لصلصة مرق اللحم المكثف (Gravy) ؛ وتستخدم الكازينات أيضا كمواد استحلاب ومواد تتحكم في اللزوجة في صلصات وشوربات القشدة المعلبة . وتستخدم خلطات الكازين في بعض الأغذية متقدمة التجهيز كبديل رخيص للبن الفرز المجفف .

الجدول التالي يوضح استخدامات منتجات بروتين اللبن في صناعة الأغذية متقدمة التجهيز :

Used in:-Gravy mixes, soup mixes, sauces, canned cream soup and squces, dehydrated creamsoups and sauces, salad dressings
Effect:- whitening agents, dairy flavor enhancer, emulsifier, stabilizer, viscosity controller, freez-Thaw stability, egg yolk replacemet lipid replacement . Applications of milk protein products in convenience foods

(Mulvihill, 1992)

المنتجات المشكلة Textured products :

الأغذية المشكلة التي تعتمد على بروتينات اللبن ممثلة في الجبن معروفة منذ آلاف السنين أما المنتجات المدعمة ببروتينات اللبن فقد انتشرت واستخدمت فقط حديثا في مجال الأغذية المشكلة Textured foods والجدير بالذكر أنه يتم عادة خلط الكازين الحامضي المبلل ؛ كازين المنفحة المحمض أو المترسبات المترافقة بالكربونات أو البيكربونات للمعادن القلوية ثم يبثق المخلوط لإنتاج أغذية الرقائق المنفوخة Buffed snackfs بينما الكازينات تبثق مع دقيق القمح لإنتاج رقائق منتجات الأغذية المدعمة بالبروتين .

يستخدم الكازين أيضا في إنتاج ألياف تشبه اللحوم يطلق عليها Fibrous meat-like وهذه الألياف تكثر أي تزيد وزن اللحم المفروم .

الجدول التالي يوضح إستخدامات منتجات بروتين اللبن في صناعة الأغذية المشكلة :

(B -8)
Used in :- Buffed snack foods, fibrous meat like, meat extension
Effect :- fortified, forming

(Mulvihill,1992)

التطبيقات في المجالات الغذائية الخاصة والصيدلانية والعلاجية

Dietary, Pharmaceutical and Medical Applications

تستخدم منتجات بروتينات اللبن بكثرة في العديد من التحضيرات الغذائية الخاصة نظرا لقيمتها الغذائية العالية وتستخدم مثل هذه التحضيرات للمرضى وفي فترة النقاهة والتغذية للأطفال الذين يعانون من سوء التغذية Malnutrition في الدول النامية وفي الأغذية العلاجية Therapeutic وأغذية إنقاص الوزن .

هذا ويستخدم الكازين في إعداد تحضيرات غذائية خاصة للرياضيين ورجال الفضاء .

على الرغم من أن منتجات الكازين لاتستخدم بصفة عامة في إعداد خلطات تغذية الأطفال الرضع فإنها تستخدم في التحضيرات الخاصة للرضع ذوي الإحتياجات الخاصة . كما تستخدم الكازينات والمترسبات المترافقة في إعداد الخلطات الغذائية منخفضة اللاكتوز لتغذية حالات Lactose-Intolerant بينما تستخدم الكازينات الأخرى في أغذية الأطفال الرضع المتوازنة المعادن مثل تلك المنخفضة الصوديوم للأطفال الذين يعانون من مشاكل الكلى .

وهناك أيضا متحللات الكازين الخاصة منخفضة الفنيل ألانين والتي تستخدم في إعداد تركيبات غذائية خاصة للمرضى الذين يعانون من وجود الفنيل والكيتون في البول أى المصابون بمرض Phenyl Ketonuria وتضاف أيضا منتجات الكازين للأغذية المختلفة الخاصة بالأطفال والرضع مثل المشروبات التي تستخدم في التدعيم الغذائي لهم .

كما تستخدم بعض تحضيرات الكازين في تغذية مرضى السرطان وهؤلاء الذين يعانون من اضطرابات البنكرياس Pancreatic Disorders ومن الأنيميا .

هناك العديد من الأدوية تنتج من الكازين حيث تستخدم بيتاكازين كمادة أولية لإنتاج بيتاكازومورفين B-Casomorphins والببتيدات الرباعية والخماسية والتي تستخدم في تنظيم النوم وعلاج حالات الأرق كما تستخدم ببتيدات الجليكو المكبرتة Sulphonatedglycopeptides والمحضرة من الكازين في علاج قرحة المعدة Gastriculcers . .

ولقد أوضحت الدراسات فوائد استخدام الكازين في معجون الأسنان لمنع تسوسها Dental Caries وفي مراهم التجميل Cosmetics لمنع تجاعيد الوجه Facealwrinkles وفي بعض المراهم الخاصة حيث يساعد في التئام الجروح ؛ والجداول الآتية توضح تلخيص لما سبق :-

الجـدول التـالى أمثلـة للمنتجـات الـصيدلانية الـتي تحتـوي علـى الكـازين ومشتقاته :

مشتق الكازين	المنتج الدوائي	الاسم
كازينات الصوديوم	Meritene Nutrament Portagen Sustacal	Doyle Drackett Mead Johnson Mead Johnson
كازينات الكالسيوم	Casec Casilan Complan Metrecal Sustagen	Mead Johnson Glaxo Glaxo Mead Johnson Mead Johnson
الكازين المتحلل إما إنزيميا أو بالحامض	Amigen Aminsol Lofenalac Nutramigen Parenamine Pronutrin	Mead Johnson Vitrum Mead Johnson Mead Johnson Frederick Stearns Herts Pharmaceut

* المصدر (Southward, 1994) وجمع من مراجع عديدة .

استخدامات منتجات بروتين اللبن في المنتجات الغذائية الخاصة والصيدلانية والعلاجية :

- تستخدم منتجات بروتين اللبن في التحضيرات الغذائية الخاصة لمرضى فترة النقاهة ولمرضى وأفراد التغذية الخاصة ، للرياضيين ولأغذية رجال الفضاء .
- تستخدم أيضاً في أغذية الأطفال الرضع كوسيلة للتدعيم الغذائي ، وفي تحضير تركيبات غذائية متماثلة مع لبن الأم ، تحضيرات غذائية منخفضة اللاكتوز للرضع ، أغذية الأطفال متوازنة المعادن . ويستخدم متحلل الكازين في تغذية الرضع المصابين بالإسهال ، مرضى المعدة ، مرضى سكر الدم ، المرضى الذين يعانون من سوء الامتصاص والذين يعانون من وجود الفينيل والكيتون في البول كما يستخدم متحلل بروتين الشرش في تحضيرات غذائية لمرضى بعض حالات الحساسية وأيضاً في التدعيم الغذائي .
- تستخدم أيضاً في التغذية عن طريق الوريد (التغذية الوريدية) للمرضى الذين يعانون من اضطرابات التمثيل الغذائي ومن الاضطرابات المعوية وللمرضى بعد العمليات الجراحية .
- تستخدم أيضاً في بعض التحضيرات الغذائية الخاصة لمرضى السرطان وفي حالات اضطراب البنكرياس والأنيميا .
- تستخدم أيضاً لإعداد بعض الأدوية مثل بيتاكازومورفين لعلاج الأرق وعدم انتظام النوم أو إفراز الأنسولين . أيضاً لإعداد الجليسروببتيدات المكبرتة المستخدمة في علاج قرحة المعدة .
- تستخدم أيضاً في صناعة معاجين الأسنان وكريمات التجميل وعلاج الجروح .

(المصدر : Mulvihill,1992)

استخدامات الكازين الصناعية Industrial uses of casein :

هناك العديد من الاستخدامات الصناعية للكازين والتي بدأت منذ سنوات بعيدة وما زال لها بعض الأهمية حتى الآن على الرغم من أن معظم الكازين يستخدم الآن في مجال الصناعات الغذائية المختلفة .

أ- إنتاج المواد اللاصقة من الكازين Casein as adhesive :

(أ-١) غراء الخشب Wood Glues :

الجدير بالذكر أن غراء الكازين تم تصنيعه لأول مرة في أوروبا خلال القرن الـ ١٩ وكانت الكميات المصنعة صغيرة ، حيث يسوق غراء الكازين في صورتين هما :-

*** الغراء الجاهز Prepared Glue :**

يعتبر مسحوق يحتوي على كل المكونات ما عدا الماء ويستخدم مباشرة بمجرد إضافة الماء وخلال يوم واحد من التحضير .

*** الغراء الرطب Wet – Mix – Glue :**

فإنه يجهز من الكازين المحبب والماء وبعض الكيماويات ، مثل المواد القلوية لإذابة الكازين (NaoH) . والإضافات التى تستخدم لإكساب غراء الكازين صفات معينة مثل إضافة سيلكات الصوديوم لإطالة وقت التشغيل Working Life بينما إضافة كلوريد النحاس تزيد من مقاومة الغراء للماء .

ويستخدم غراء الكازين في العمليات الخشبية الداخلية مثل الأبواب الداخلية للمنازل ، الكبائن الخشبية وغيرها .

(أ-٢) تغطية الورق Paper Coating :

يستخدم الكازين أيضاً كمادة لاصقة لتغطية الكرتون والورق خاصة الورق عالي الجودة والمستخدم في الديكورات .

(أ-٣) التغرية (Sizing) :

للكازين خاصية تكوين فيلم حيث يستخدم مع الصوف لخفض خواص التبلد Felting ، أيضاً قد تضاف أفلام الكازين إلى أسطح الورق

لمقاومة المذيبات والزيوت وغيرها وتسمى هذه العملية بـ Sizing ، أيضاً قد يستخدم الكازين كمادة لاصقة لأنواع أخرى من الورق مثل المصفحات Claminates ، وورق السجائر ، بطاقات الزجاجات والعبوات المعدنية وغيرها .

ب- خيوط وألياف الكازين Casein fiber :

يمكن إنتاج خيوط الكازين بإذابة الكازين في قلوي (NaoH) بتركيز ٢٠٠جم/لتر ثم يدفع المحلول خلال مغزل خاص Spinneret في حمام التجبن والذي يحتوي على حامض ، أملاح غير عضوية وغالباً أملاح المعادن الثقيلة وبهذا تتكون خيوط الكازين المشابهة للصوف فيما عدا أن لها مقاومة شد أقل وعلى أية حال فإن أهمية خيوط الكازين في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا تناقصت بسبب المنافسة الشديدة مع الخيوط الأخرى .

مع العلم أن خيوط البولمرات المختلفة Copolymer المحتوية على الكازين تستخدم كبديل للحرير في صناعة أربطة العنق Ties وملابس أخرى.

جـ- استخدام الكازين في الدهانات Casein paints :

استخدم الكازين منذ سنوات عديدة كمادة ربط Binder ووسيلة صبغ Pigment Vehicle في الدهانات المائية والخاصة بالحوائط وأقمشة الرسام كما يستخدم كمثبت ومستحلب للدهانات الزيتية .

د- استخدام الكازين في الصناعات الجلدية :

Casein in Leather industry

يقتصر استخدام الكازين في صناعة الجلد على المراحل النهائية مثل تغطية الجلد ببعض التجهيزات Coating ثم تعريضه لعمليات الميكانيكية مثل الصقل Glazing ، الطلي Plating ، التفريش Brushing ، الكي Ironing وفي مثل هذه العمليات يستخدم الكازين عادة مع مواد أخرى مثل الأكريلات Acrylates .

هـ- استخدامات متفرقة للكازين الحامضي :

Miscellaneous uses of Acid Casein

هناك العديد من الاستخدامات الصناعية الأخرى للكازين مثل دخوله في صناعة الأسمنت Concrete خاصة في أوروبا الشرقية . ويستخدم أيضاً كمادة استحلاب للأسفلت والبتومين كما يدخل كمكون في مخاليط السجائر وفي صناعة الصابون ومحاليل غسيل الأطباق وفي صناعة أدوات التجميل مثل الكريمات والشامبوهات . كما يستخدم كمادة ناشرة Spreader للمواد الزراعية وكسماد . أما في المشروبات فيستخدم الكازين كمنقي للبيرة والخمور وكمزيل للون في عصير التفاح . وأيضاً يستخدم في استخلاص المعادن الثقيلة من المناجم والمدابغ وفضلات الطلاء الكهربي .

و- استخدامات الكازين المحضر :

إن الاستخدامات الأساسية لهذا النوع من الكازين هو صناعة البلاستيك مثل صناعة الأزرار Buttons والأبزيم Buckles والأيدي بالسكاكين كبديل للأيدي العاجية . هنا ولقد بدأت صناعة بلاستيك الكازين قبل بداية القرن العشرين وازدادت بوضوح بعد الحرب العالمية الأولى في الكثير من الدول الكبرى تحت أسماء تجارية مختلفة مثل Erinoid (إنجلترا) ، Aladdinite (الولايات المتحدة) ، Casolith (هولندا) ، Lactoloid (اليابان) ، وفي هذه الأوقات وصل الإنتاج العالمي من بلاستيك الكازين إلى ١٠٠٠٠ طن سنوياً .

إن الاهتمام الحالي باستخدام منتجات الكازين في الصناعات الغذائية المختلفة قد يقلل من استخدامات الكازين في التطبيقات الصناعية إلا أن مثل هذه التطبيقات مازال لها الأهمية في الكثير من المجالات .

استخدام الكازين في المنتجات اللبنية المقلدة :-

تستخدم منتجات الكازين بكثرة في U.S.A في مشروبات اللبن المقلدة Imitation Milk Beverages والتي تصنع من دهن نباتي ومصدر كربوهيدراتي مثل جوامد مشروب الذرة وظهرت أيضاً هذه المشروبات المقلدة في بريطانيا

ودول الاتحاد السوفيتي السابق ويرجع انتشارها إلى التكلفة الاقتصادية المنخفضة وعدم وجود اللاكتوز مما يجعل هذه المنتجات مناسبة للذين يعانون من حساسية لاكتوز اللبن .... على أية حال فإن هذه الألبان المقلدة تتكون من ٣-٤% دهن نباتي ، ١-٥% بروتين (عادة ما يكون ١-٢%) أما كازينات صوديوم أو بروتين صويا ، ٦-١٠% كربوهيدرات (عادة ما تكون جوامد شراب الذرة أو سكروز) ومثبتات ومواد استحلاب مختلفة وقد تضاف بعض الفيتامينات والمعادن .

استخدام الكازين في منتجات الألبان :

منتجات الجبن ومشابهاتها :

Cheese Products and analogues

للبروتين أهمية كبيرة فى الجبن نظرا لمقدرة البروتين على تكوين شبكة بروتينية لزجة ومطاطة Visco – Elasticprotein Network يتم فيها حجز حبيبات الدهن وبسبب تحلل البروتين غالباً ما تتغير ببطء خواص اللزوجة والمطاطية للجبن ويتم إنتاج مكونات النكهة خلال مرحلة التسوية .....

وصناعة الجبن بقوامها المختلف والذي يتباين من القوام الجامد (البارميزان) إلى القابل للفرد إلى الليفي إلى سهل التفتت يعتمد على الخصائص الوظيفية للبروتين وهناك تطورات هامة في صناعة الجبن تعتمد على البروتين معظمها وذلك مثل إسراع التسوية ، استخدام بدائل الرنين ، استخدام الترشيح الفائق ، صناعة الجبن المقلدة Imitation والتي تعتمد على مزج وخلط المكونات الأساسية والتي تشمل البروتينات الوظيفية وفي مجال الجبن المطبوخ تستخدم الكازينات، والجبن المحور إنزيمياً كبدائل للجبن التقليدية ومن أمثلة ذلك محلياً Recombined Domiati cheese والتي تتكون من دهن اللبن (٢٠%) ، بروتين اللبن (١٥%)، لبن فرز مجفف (٤%) ، ماء (٥٤%) – ملح (٧%) وذلك للتغلب على نقص الألبان (Van Hooydonk, 1988) .

المعروف أن صناعة الجبن المقلدة تعتمد على تكوين خليط من الدهن النباتي ، الكازين ، أملاح ، ماء وتستخدم عادة في البيتزا والصلصات ، والبرجر ومنتجات المكرونة وخلافه ، حيث يكون الكازين في مثل هذه الجبن دوراً وظيفياً هاماً يتمثل في ربط الدهن والماء وتشجيع التشكيل وبناء القوام وتستخدم أيضاً الكازينات والمترسبات المترافقة في هذا المجال .

وهناك أيضاً اهتمام ملحوظ بإنتاج مشابهات الجبن المطبوخ Processed cheese analogue ليس فقط للأهمية الاقتصادية لذلك ولكن أيضاً لأن استخدام منتجات بروتين اللبن مثل الكازين الحامضي أ ، المحضر بالمنفحة ، الكازينات تؤدي لإنتاج منتجات ذات مدى واسع من الخواص الكيمو طبيعية والحسية .(Abo El – Nour et al.,1996)

إن الاهتمام بالجبن المقلدة وبدائل الجبن لاقى اهتماماً كبيراً في الولايات المتحدة الأمريكية فكانت الكمية المنتجة ٤٣٠٠٠ طن في عام ١٩٧٨ وهذه تمثل ٢,٧% من الكمية الكلية للجبن الطبيعي وارتفعت هذه القيمة إلى ٩٠٠٠٠ – ٩٥٠٠٠ طن بنسبة ٥% من إجمالي ١,٨ مليون طن في عام ١٩٨٠ وارتفعت النسبة إلى ٧% عام ١٩٩٠ مقارنة بنسبة أقل من ٣% في أوروبا . (Southward, 1994)

ونفس الاهتمام بالجبن المقلدة المصنعة من كازين ودهن نباتي لوحظ في دولٍ كثيرة مثل اليابان وبريطانيا .

منتجات الألبان المتخمرة

: Fermented Milk Products

تستخدم كازينات الصوديوم كمثبت في صناعة اليوجهورت في U.S.A بينما في أوروبا تستخدم كازينات البوتاسيوم لنفس الغرض . (Southward, 1994)

أيضاً هناك بعض المنتجات المتخمرة يستخدم في صناعتها كازينات الصوديوم ففي U.S.A تصنع منتجات القشدة الحامضية Sour Cream من كازينات الصوديوم والدهن النباتي ولهذا يطلق عليها القشدة الحامضية المقلدة Imitattion Sourcream وفي هذا المنتج تستخدم كازينات الصوديوم كمثبت أيضاً كمادة استحلاب للدهن ويضاف بنسبة ٢-٣ % من الوزن الكلي للمنتجات (Southward, 1994) .

المشروبات المعتمدة على بروتين اللبن
: Milk Proteins Based Beverages

هناك العديد من هذه المشروبات ذات قوة الحفظ العالية ومنها لبن الشيكولاته ، مشروب اليوجهورت ، المشروبات اللبنية المحلاة والمنكهة ، المشروبات المرطبة المغذية (الغير كحولية) .

إن المتطلبات الأساسية للبروتين في هذه المنتجات يتمثل في وظائف معينة مثل الذائبية ، الاستحلاب ، اللزوجة ، الثبات الحراري ، القابلية للارتباط نوعياً بالمثبتات .

إن مقاومة الحرارة المرتفعة خاصية هامة يجب أن تتوفر في البروتين المستخدم في المشروبات اللبنية المعقمة والمعروف أن الكازين يقاوم الحرارة المرتفعة مقارنة بمعظم بروتينات الأغذية الأخرى وفي هذه الحالة يبقى تركيز أيونات الكالسيوم والـ pH العوامل المحددة لهذا الثبات الحراري ... كما أن كازينات الصوديوم والبوتاسيوم أكثر مقاومة للحرارة من كازينات الكالسيوم.

تستخدم منتجات الكازين بكثرة في الـ U.S.A في مشروبات اللبن المقلدة Imitation Milk Beverages والتي تصنع من دهن نباتي ومصدر كربوهيدراتي مثل جوامد مشروب الذرة وظهرت أيضاً هذه المشروبات المقلدة في بريطانيا ودول الاتحاد السوفيتي السابق ويرجع انتشارها إلى التكلفة الاقتصادية .

بروتينات الشرش Whey Protein :

البروتين الموجود في الرائق اللبني بعد ترسيب الكازين عند pH ٤,٦ يطلق عليه بروتينات الشرش . وهذه البروتينات الكروية أكثر ذائبية في الماء من الكازين ومعرضة للدنترة بواسطة الحرارة . وبروتينات الشرش الخام لها خواص تكون جيل وخض جيدة والدنترة تزيد قدرتها على الاحتفاظ بالماء وأهم أقسامها هي :

بيتالاكتوجلوبيولين	B-Lactoglobulin
ألفا لاكتاألبيومين	Alpha – Lactalbumin
	Bovine serum albumin (BSA)
	Immanoglobulins (IG)

ونسبها كما يلي :

وهي مقسمة كما يلي :

B- Lactoglobulin	(B – Lg)	50%
α - Lactalbumin	(α- La)	20%
Bovine Serum albumin	(BSA)	10%
Immunoglobulins	(IG)	10%

كما يوجد بروتينات أخرى ولكن بنسب منخفضة جداً وتلك تشمل :

LactotransFerrin (LF) & Serotrans Ferrin & Several enzymes (Lipase & plosmine & Lactoperoxidase & Lysozyme & Xanthine oxidase & acid and alkaline phosphatases) .

وفيما يلى شرح للأقسام المختلفة لبروتينات الشرش :-

بيتا لاكتوجولبيولين B.Lactoglobulins :

الوزن الجزئي ١٨,٠٠٠ يوجد بها ١٦٢ شق حامض أميني هذه المجموعة تحتوي على ٨ أنواع وراثية - وهي تكون تقريباً نصف بروتينات الشرش الكلية - والبيتا لاكتوجلوبيولين بها رابطين كبريت داخليين ومجموعة thiol حرة .

ويشمل تركيبه تراكيب ثانوية وتوجد طبيعيا كروابط غير تساهمية من مركبات ثنائية وعند نقطة التعادل الكهربي (٣,٥ - ٥,٢) تتحد الثنائية التراكيب في مركبات خماسية التراكيب ولكن عند PH أقل من ٣,٤ وأعلى من ٨ تنحل إلى مركبات أحادية التركيب . قطرها ١٧,٩ انجستروم والروابط بين وحدات البيتالاكتوجلوبين هي روابط هيدروجينية بين مجاميع الأيميدازول ومجاميع الهيدروكسيل . والبيتالاكتوجلوبيولين يحتوي على وحدتين سستئين لكل جزئ ثنائي التركيب ولذلك فهو يحتوي على ١,٦% من وزنه كبريت .

والبيتالاكتوجلوبيولين ذائب عند نقطة التعادل الكهربي في وجود الأملاح المتعادلة . ولذلك فهو يبقى ذائب بالرغم من ترسيب الكازين .

ويوجد البيتالاكتوجلوبيولين في أربعة متغيرات وراثية هي D,C,B,A ونقطة التعادل الكهربي A هي ٥,٣ ، B ، ٥,٤ ، C، ٥,٣ في عدم وجود الأملاح .

ويشكل البيتالاكتوجلوبيولين ٦٠% من بروتينات الشرش بنسبة ١١% من البروتين الكلي للبن .

ويمكن فصل البيتالاكتوجلوبيولين في صورة نقية في شكل بلورات .

الألفا لاكتالبيومين Alpha Lactalbumins :

الوزن الجزئي له ١٤,٠٠٠ يوجد به ١٢٣ شق حامض أميني وهذا البروتين يحتوي على ثمانية شقوق سستئين وكلها تحتوي داخلياً على روابط

ثنائية التركيب وأربعة شقوق تربتوفان - وهو خال من الفوسفور وتوجد بعض أجزاء فيه تحتوي كربوهيدرات ويحتوي الألفا لاكتالبيومين تراكيب ثنائية وتراكيب ثلاثية كروية - وهو يتدنتر حرارياً عند PH أقل من ٤ وينتج عن ذلك انفراد رابطة الكالسيوم .

والألفا لاكتالوبيومين يشكل ٢٠ % من بروتينات الشرش و٢,٤% من بروتين اللبن .

ويوجد من الألفا لاكتالوبيومين متغيران وراثيان هما : A ، B نقطة التعادل الكهربي للألفا لاكتالوبيومين٥,١ ويميل لتكوين بوليمر عن طريق اتحاد وحداته مع بعضها عند PH أقل من ٥,١ في عدم وجود الأملاح . وتنخفض نقطة التعادل الكهربي إلى ٣,٧ في محلول من كلوريد الصوديوم تركيزه (٠,٥ مولر) .

ولبروتين ألفا لاكتالوبيومين أهمية في تخليق اللاكتوزر ففي وجوده يكون سرعة نقل الجالاكتوز إلى الجلوكوز كبيرة فتكون اللاكتوز كما في المعادلة التالية :

جلكوز + جالاكتوز - يوريدين ثنائي الفوسفات ← (جالاكتوسيل الناقل / ألفا لاكتالبيومين+منجنيز++) لاكتوز + يوريدين ثنائي الفوسفات

أما في غياب الألفالاكتالبيومين فلا يتم نقل الجالاكتوز إلى الجلكوز وينقل إلى ن-خلات الجلكوز - امينيل - جلكوبروتين كما في المعادلة التالية :

جالاكتوز - يوريدين ثنائي الفوسفات + ن- خلات الجلكوز - أمينيل جلكوبروتين .

← (جلاكتوسيل الناقل) / منجنيز ++ جالاكتوز بيتا (١-٤)ن- خلات جلكوز امينيل جلكوبروتين

+ يوريدين ثنائي الفوسفات

جليوبيولينات المناعة :

Immunoglbulins (Ig) :

يشمل IgG_1 ، IgG_2 ، IgA ، IgM

وهي أصناف من Ig مقررة من منظمة الصحة العالمية وجلوبيولينات المناعة تكون نسبتها مرتفعة جداً في السرسوب ومنخفضة جداً في اللبن ، وجلوبيولينات المناعة هي جزء من المناعة الطبيعية التي تنتقل إلى المولود عبر السرسوب في كائنات كثيرة وهي جزء من نظام المناعة في الثدي التي تنتقل إلى المولود لحين أن تنشط أجهزته المناعية . والمواد المفروزة هي جزء من المستقبل IgA والتي تتحلل بإنزيم البروتيز وتبقى مرتبطة بـ IgA إلى أن تفرز من الخلية .

وهي بروتينات مرتفعة في الوزن الجزئي وتشترك فيما بينها في صفات طبيعية وكيميائية وخواص مناعية وتشكل هذه البروتينات حوالي ٢% من بروتين اللبن وهي توجد على شكل وحدات منفردة monomer أو على شكل بوليمر Polymer مكون من أربعة وحدات مرتبطة مع بعضها بروابط ثنائية الكبريت .

البيومين مصل اللبن (BSA) bovine serum albumin :

يشكل نسبة ٦% من بروتينات الشرش ، ١% من بروتين اللبن يبلغ وزنه الجزئي ٦٩٠٠٠ ونقطة التعادل الكهربي له ٤,٧ السيرم البيومين يأتي من السيرم وهو لا يخلق في الغدة الثديية ويسمح له بالدخول إلى اللبن بطريقة الترسب أو الارتشاح بطريقة paracellular Pathway أو بطريقة الدخول مع مكونات أخرى مثل جلوبيولينات المناعة ويحدث زيادة في سيرم الألبيومين في اللبن أثناء مرض التهاب الضرع mammary involutions ووظيفة سيرم الألبيومين في اللبن غير معروفة وهو لا يرتبط مع الدهن مثل باقي الجزيئات الصغيرة . (والشكل السابق رقم ١٠) يبين فصل أجزاء البروتين باستخدام طريقة electrophoresis .

بروتينات أخرى :

لاكتوفيرين : **Lactoferrin (LF) :**

هو بروتين معدني يحتوي الجزئ الواحد منه على ٢ جزئ حديد وتبلغ نقطة التعادل الكهربي له (PH 8) وتركيبه يحتوي على :

Oligomanose – andhybrid – type N- linked glycans next to complex – type glycans

وهو من البروتينات ذات التأثير antigenic فهو له تأثير مضاد للبكتريا وهو منخفض التركيز في اللبن ولكن يزيد في ألبان الحيوانات المصابة بالتهاب الضرع .

وتركيز اللاكتوفيرين مرتفع في لبن الإنسان ويعتبر أكثر بروتينات الشرش تركيز في لبن الإنسان واللاكتوفرين Lactoferrin هو العامل الرئيسي الغير متخصص لمقاومة الأمراض الموجودة في الغدة الثديية – ومكن أن يكون للاكتوفرين تأثير immunomodular

وسنلقي الضوء على أهم بروتين في هذه المجموعة وهو :

Lactotrans Ferrin (LF) :

وسرسوب الإنسان يحتوي على(LF) بنسبة ٦ : ٨ مجم/مل ولبن الإنسان يحتوي على ٢ : ٤ مجم/مل . والنسب المذكورة للبن حوالي ٢٥% من محتوى السرسوب .

بينما سرسوب الأبقار يحتوي على ١ ملجم/ مل ولبن الأبقار يحتوي على ٠,٠٢ : ٣,٥ ملجم/مل .

وتركيز LF في لبن الإنسان ينقص تدريجياً أثناء الرضاعة ولكن يظهر زيادة بسيطة في لبن الأبقار وزيادة كبيرة جداً في نهاية فترة الحليب .

LF تم عزله من ألبان عديدة مثل لبن الإنسان والأبقار.

LF يرتبط بالحديد بقوة وهذا يشير إلى أن دور هذا البروتين هو :-

١- امتصاص الحديد .

٢- يعمل على حماية المواليد الجديدة من العدوى بالأمراض . وذلك لأن تركيز LF في لبن الإنسان عالي مقارنة بلبن الأبقار وهذا يدل على أنه في حالة تغذية الرضع على لبن الأبقار فلابد من تدعيمه بـ LF وتركيز LF في اللبن يزداد في حالة الإصابة بحمى التهاب الضرع وهذا يدل على أن له دور واقي للغدد الثديية .

(كلايكوبروتين م١) M-1 glycoprotein :

مصدره مصل الدم وهو مجموعة من البروتينات وزنها الجزئي ٧٢٠٠ – ١٢٠٠٠ ويحتوي على الكربوهيدرات وهو يوجد بتركيز منخفض جداً في اللبن .

ظهر نوعين من الجليكوبروتين في اللبن ، واحد منهم Polymorphic ويتوزع بين اللبن الفرز والدهن أما الثاني فهو non polymorphic ويظهر فقط في اللبن الفرز .

كما أظهرت الاختبارات بواسطة :

Piplide – N-glycosidase – F – digestion

أن كلا النوعين يحتوي على N- glycans

وأظهرت الأبحاث بواسطة

Exogly cosidase digestion

وجود متبقى في النهاية الطرفية هو جمعه Sialic في الجليكوبروتين كما أنه يحتوى على كمية من الكربوهيدرات لها علاقة بالارتباط بالميكروبات وهذا يدل على دور الجليكوبروتين في الحماية من الإصابة بالأمراض .

الأنزيمات

الأنزيمات هي مجموعة من البروتين لها القدرة على تشجيع التفاعلات الكيميائية وإسراع سرعتها . وتأثير الإنزيمات متخصص جداً ويحتوي اللبن على كل من الإنزيمات الداخلية Endogenous ، الإنزيمات الخارجية Exogenous والأنزيمات الخارجية تتكون أساساً من إنزيمات ثابتة للحرارة تنتج بواسطة البكتريا المحبة للبرودة (ليبيز ، بردتيونيز) - وكذلك يوجد كثير من الإنزيمات الداخلية عزلت من اللبن وأكثرها تأثيراً هي إنزيمات الهيدروليز Hydrolases .

وفيما يلى شرح لأهم هذه الأنزيمات :-

لاكتوبيروكسيديز Lactoperoscidase :

هو إنزيم يكسر فوق أكسيد الهيدروجين وله تأثير مضاد للبكتريا antibacterial properties .

ليزوزيم Lysozyme :

هو إنزيم يشق معقد الكربوهيدرات في جدار الخلية البكترية وتركيزه منخفض جداً في ألبان الأبقار ولكنه مرتفع في لبن الإنسان .

ب٢ ميكروجلوبيولين : B_2 – Microglobulin :

أول ما اكتشف كان لبلورات مترسبة عند إعادة فصل الكازين وأطلق سابقاً عليه اللاكتولين Lactollins - وهو الآن جزء من المعقد MajorHistocompatability II (MHCII) .

ووظيفته في اللبن غير معروفة للآن وهويوجد أكثر في الخلايا الطلائية للثدي مرتبط مع البروتينات المرتبطة مع جلوبيولينات المناعة(Immunoglobulin) ويعتقد أن B_2-Microgobulin ممكن أن يدخل في وظيفة المستقبل Ig G في عملية نقل Ig G أثناء تكوين الرسوب ويبلغ الوزن الجزئي لهذا البروتين ٤٣٠٠٠ دالتون ويتميز بأنه يحتوي على الأحماض الأمينية الأروماتية بنسبة كبيرة وخالي من المثيايونين .

ترانسفرين المصل serum transferrin :

له خواص مناعية ويستطيع الهجرة في المجال الكهربي ويوجد بتركيز منخفض جدا في اللبن ويرتفع تركيزه في الرسوب.

Aprotein Component of lactose synthase

مثل الـgalactosyltransferase وهذا هو أحد الأنزيمات التي ترتبط بغلاف الخلية وتشترك في عملية تخليق اللاكتوز.

بالإضافة إلى ذلك يحتوي اللبن على العديد من الإنزيمات ذات التركيب البروتيني مثل البروتييز والجليكو سيديز وغيرها .

ليبوبروتين ليبيز Lipoprotein Lipase LPL :

انزيمات الليبيز تشق الدهن إلى جليسرول وأحماض دهنية حرة - وهذه الأنزيمات توجد أساسا في البلازما مرتبطة مع جسيمات الكازين . والدهن محمي من تأثيرها بواسطة غشاء حبيبة الدهن ؛ وإذا تحطم هذا الغشاء أو إذا وجدت عوامل مساعدة مثل ليبوبروتين سيرم الدم يصبح الليبوبروتين ليبيز قادرا على مهاجمة ليبوبروتين غشاء حبيبة الدهن ويحدث في هذه الحالة تحلل للدهن LIPOLYSIS .

الفوسفاتيز القلوي :

انزيمات الفوسفاتيز لها القدرة على شق استرات حمض الفوسفوريك إلى حمض فوسفوريك وكحولات وعند pH ٩,٨ يتحطم الانزيم بأقل درجة حرارة بسترة ولهذا يستخدم اختبارالفوسفاتيز للتأكد من سلامة البسترة .

البلازمين Plasmin :

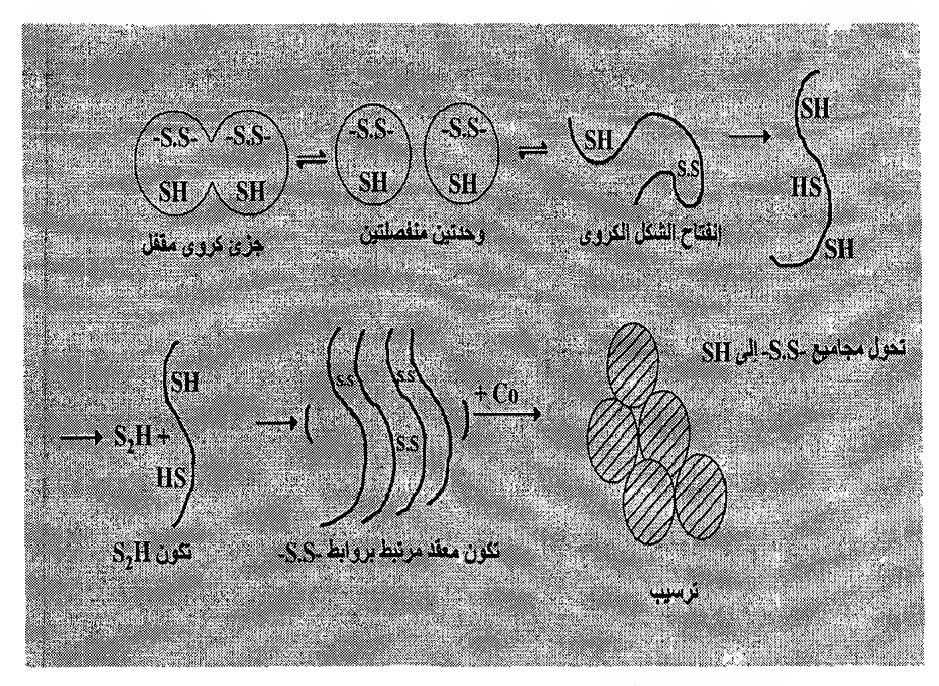
البلازمين هو انزيم تحلل بروتين - وهو يشق البروتين ويهاجم البيتاكازين - والألفا س٢ كازين B-casein and .

alpha(s2)- casein وهو انزيم ثابت جدا للحرارة ومسئول عن ظهور الطعم المر في اللبن المبستر واللبن المعامل بـ U H T - ويمكن أن يكون له دور في تسوية بعض أصناف الجبن مثل الجبن السويسري.

النكهات الناتجة عن تأثير المعاملات الحرارية على البروتين :

النكهة المطبوخة Cooked Flavour :

البسترة (٧٢°م/١٥ ثانية) ليس لها تأثير يذكر على نكهة اللبن ولكن زيادة شدة المعاملة الحرارية عن ذلك يؤدي إلى تغير النكهة الطبيعية للبن ولقد وجد (Gaafar , 1987) أن الطعم المطبوخ يظهر أول ما يظهر عند تسخين اللبن على درجة حرارة ٩٤°م لمدة ٢٠ ثانية حيث تكون نسبة الدنترة في بروتين بيتالاكتوجلوبيولين ٥٩% وتركيز مجاميع السلفاهيدريل الحرة٠,٠٣٧ مللي مول/لتر وتركيز مركب H2S ٣,٤ ميكروجرام/لتر -وهذا يؤكد وجود علاقة واضحة بين الطعم المطبوخ وكل من نسبة دنترة بروتينات الشرش تركيز مجاميع السلفاهيدريل الحرة وتركيز مركب H_2S شكل (١٨) يوضح تأثير الحرارة على Lactoglobulin في اللبن ؛ حيث يوجد بيتالاكتوجلوبيولين في اللبن في صورة جزيء كروي مقفل مكون من وحدتين كرويتين مرتبطتين تحتوي كل وحدة على مجموعتين من -S-S- ومجموعة -HS وبتأثير المعاملة الحرارية تنفصل كل وحدة على حدة وبزيادة شدة المعاملة الحرارية تحدث دنترة لهذا البروتين وتكون في صورة انفتاح للشكل الكروي المقفل حيث تبدو مجاميع SH-,-S-S- ظاهرة في اللبن ويلي ذلك حدوث العديد من التفاعلات مثل تحول مجاميع -S-S- إلى مجاميع SH- حرة وكذلك تحول مجاميع SH- الحرة إلى H_2S مسببا ظهور الطعم المطبوخ باللبن وقد يحدث تفاعل بين مجاميع SH- الحرة في بيتالاكتوجلوبيولين مع تلك الموجودة في كابا كازين مكونة معقد مرتبط بروابط -S-S- ويترسب البيتالاكتوجلوبين مع الكازين بتأثير أيونات الكالسيوم.



شكل (١٨) تأثير الحرارة على β - Lactoglobulin

كذلك أشارت الدراسة إلى أن الطعم المطبوخ لم يظهر في كل من اللبن المبستر بطريقة HTST واللبن المعامل بطريقة UHT (الطريقة المباشرة) بينما كان الطعم المطبوخ واضحا في اللبن المعامل بطريقة UHT (الطريقة غير المباشرة) .

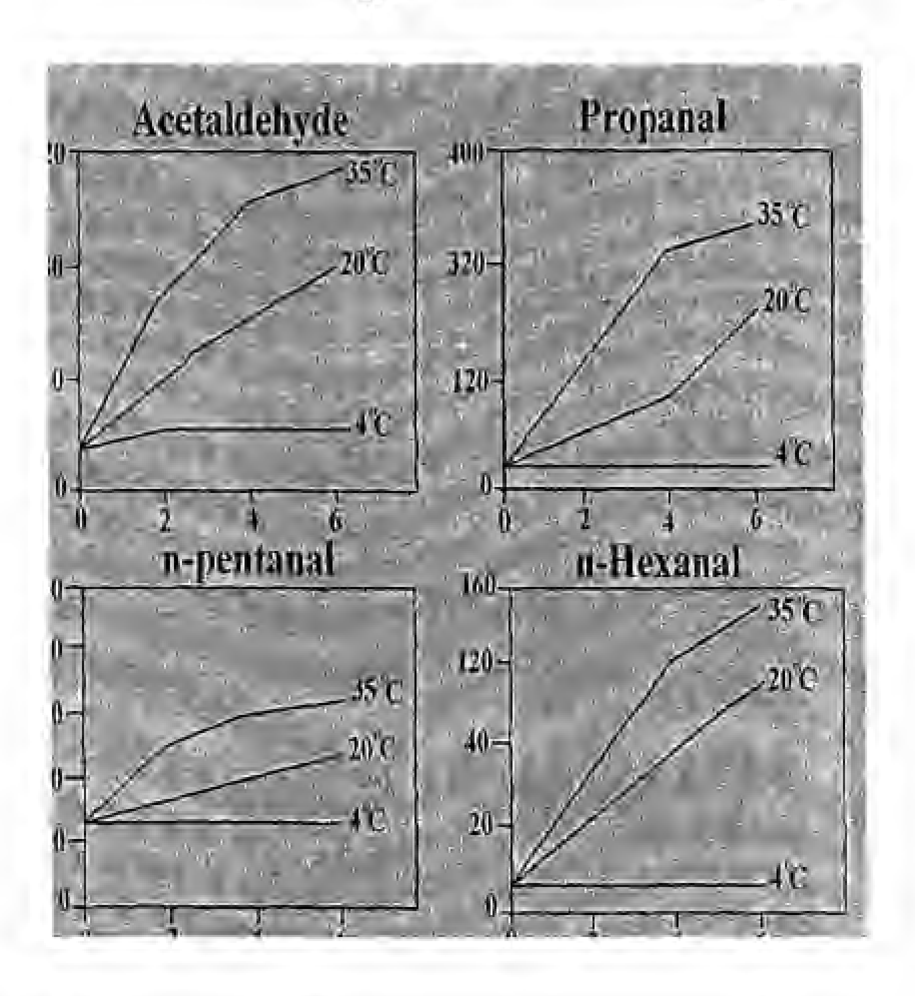
وتلعب المركبات الكبريتية الطيارة مثل: $CH_3SH, CS_2, (CH_3)_2S, H_2S$ دورا مهما في ظهور وتركيز هذه النكهة باللبن ، وتوجد علاقة طردية بين ظهور هذه المركبات وشدة المعاملة الحرارية كذلك فإن تخزين اللبن على درجة حرارة ٢٢°م يؤدي إلى سرعة اختفاء هذه المركبات عنه عند التخزين على درجة حرارة ٤°م وقد يرجع ذلك إلى أكسدة تلك المركبات عند التخزين على درجات الحرارة المرتفعة حيث توجد علاقة طردية بين سرعة الأكسدة ودرجة حرارة التخزين.

وقد درس تأثير كل من درجة حرارة ومدة التخزين (٦ شهور /٤ ؛ ٢٠ ؛ ٣٥°م) على تركيز مركبات النكهة الطيارة في اللبن

المعقمUHT(١٣٧م/٣ثواني) فأمكن تمييز المركبات التالية بعد يوم واحد من الإنتاج :

Acetaldehyde, Propanal, n-pentanal, n-Hexanal, 2-pentanone, 2-Hexanone, Dimethyl sulphide.

ولقد وجد أن تركيز كل من : n-Hexanal, n-Pentanal, Propanal يزداد كثيرا أثناء التخزين بزيادة درجة الحرارة (شكل ١٩)



شكل (١٩) تأثير درجة حرارة ومدة التخزين على تركيز مركبات النكهة الطيارة في اللبن المعقم UHT

النكهة المسخنة :

تظهر هذه النكهة عقب انتهاء النكهة المطبوخة أثناء تخزين اللبن على درجة حرارة الثلاجة ولقد أمكن تمييز المركبات الطيارة المسئولة عن هذه النكهة وهي :

C3,4,5,7,8,9,10,11,13 n-Methyl ketones, Oct-l-en-3-ol, n-Heptanol, 2-Butoxy ethanol, Maltol, Acetophenone, Benzonitrile, Benzothiozole, Diacetyl.

ويعتقد أن مركب Diacetyl يلعب دورا كبيرا في هذه النكهة .

نكهة الكراميل :

لوحظ وجود نكهة حلوة بطعم الكراميل في اللبن المعامل على ١٣٥°م أو ١٤٣°م لمدة ١٠ ثواني وتم تخزينه لمدة ٩؛١٦ يوم - ولقد وجد أن تفاعلات اللون البني غير الانزيمية هي السبب وراء ظهور هذه النكهة .

ولوحظ أن إضافة Ascorbic acid إلى اللبن الخام سوف تؤدي إلى تكون هذه النكهة على درجة حرارة ووقت أقل مما تظهر عادة عنده .

ويعتقد أن هناك تفاعل معين يحدث في اللبن يقلل من تفاعلات ظهور اللون البني حيث لوحظ أن تكون اللون البني في اللبن المعامل حراريا يبدأ في الظهور مع اختفاء مجاميع SH- الحرة في اللبن ، وغير معروف تفاعل مجاميع SH- الحرة في هذا الخصوص ، ولكن يعتقد حدوث تفاعل بين هذه المجاميع مع الرابطة الزوجية في مركب 1-Amino-1-deoxy- 2-ketohexose وهو أحد المركبات الأولى التي تظهر نتيجة حدوث تفاعل Maillard الخاص بتكون اللون البني في اللبن .

ولقد اقترح أن تفاعل من هذا النوع من الممكن ان يلعب دورا في منع ظهور اللون البني في اللبن - ولقد ذكر أن هناك بعض المركبات مثل Formaldehyde, Sodium bisulphate, Sulphur dioxide, Hydrgen peroxide: تقلل من ظهور اللون في اللبن .

نكهة الشياط :

التسخين الشديد للبن أو التسخين المباشر وعدم استخدام وسط تسخين مثل الماء أو البخار عند معاملة اللبن حراريا يؤدى إلى ظهور نكهة الشياط Scorched flavour ولحسن الحظ فإنه من النادر ظهورها في اللبن .

طرق تجنب النكهات الناتجة عن المعاملات الحرارية

على الرغم من النكهة المطبوخة تعتبر من أكثر عيوب النكهة شيوعا في اللبن المبستر إلا أنها غير معنوية التأثير على قابلية المستهلك للبن .

وتقوم النكهة المطبوخة بإخفاء العديد من النكهات غير المرغوبة هذا بالإضافة إلى أن مجاميع SH– الحرة التي تنفرد نتيجة تأثير المعاملة الحرارية على بروتينات الشرش تساهم بشكل كبير في ثبات اللبن ضد الأكسدة .

وعلى العكس من ذلك يتأثر استهلاك اللبن عكسيا بظهور Heated flavours فعلى الرغم من أن ارتفاع درجات حرارة معاملة اللبن يؤدي إلى تقليل التلوث الميكروبي ودنترة الأنزيمات إلا أن هذه المميزات تصبح غير ذات قيمة بوجود Heated flavours في اللبن ولذلك فإن هناك العديد من الطرق التي تستخدم لتقليل وجود النكهات المرتبطة بالمعاملات الحرارية .

وقد ثبت أن إضافة ٣٠-٧٠ مليجرام من L-Cystine أدت إلى تقليل تركيز H_2S والنكهة المطبوخة – وحيث أن Cystine مكون طبيعي من مكونات اللبن لذا فإنه يصرح بالسماح باستخدامه .

كذلك أثبتت الأبحاث أنه من الممكن التخلص من النكهة المطبوخة باللبن عن طريق استخدام إنزيم SH-oxidase الذي يساعد على أكسدة وتحويل مجاميع SH- الحرة إلى مجاميع -SS- كما يلي:-

$$2RSH + O_2 \longrightarrow RSSR + H_2O_2$$

كذلك وجد أن إضافة بذور الكراوية المطحونة (٠,٠١%) إلى اللبن سواء قبل أوبعد المعاملة الحرارية بطريقة UHT أدت إلى إنتاج لبن خالي من الطعم المطبوخ ويشبه اللبن المبستر .

النكهات الميكروبية

عيوب النكهة الناتجة عن نشاط الميكروبات على البروتين في كل من اللبن الخام والمبستر من الممكن أن تحدث في أي مرحلة أثناء الإنتاج أو التصنيع ولذلك يجيء التبريد السريع للبن الخام على درجة 4°م أو أقل لمنع نمو ونشاط الميكروبات ومن العيوب مايلي :

النكهات الغير نظيفة والمرة والعفنة :

تظهر هذه النكهات في اللبن المبستر المحفوظ على درجة الحرارة 7°م أو أقل نتيجة نمو ونشاط الميكروبات المحبة للبرودة والتي توجد في اللبن من خلال التلوث بعد البسترة حيث تفرز الأنزيمات المحللة للبروتين والمحللة للدهن التي تعمل على تحليل البروتين والدهن سواء في اللبن الخام أثناء حفظه قبل البسترة أو في اللبن المبستر عند حدوث تلوث بعد البسترة .

الأطعمة المرة :

من الصعب بل من المستحيل تحديد سبب ظهور المرارة باللبن وذلك لأن هذا العيب يسببه عوامل عديدة ، فالتحلل البروتيني Proteolysis في اللبن السائل عادة ما يسبب مرارة بسبب بعض الببتدات والأحماض الأمينية هذا التحلل البروتيني يحدث بسبب نشاط انزيمات Proteases الميكروبية .

نكهة المولت :

يرجع ظهور هذه النكهة باللبن لوجود ميكروب S.Lactis biovar maltigenes حيث يقوم بإنتاج نكهة المولت في اللبن قبل إنتاج أي نسبة من الحامض به ولقد وجد أنه عند تنمية هذا الميكروب في بيئة فإن نكهة المولت تظهر عندما يتراوح عدد الخلايا بين $١٠^{٧}$ – $١٠^{٨}$. خلية /مل- ويزداد تركيز هذه النكهة في اللبن بزيادة الحموضة وحتى يتجبن اللبن.

ولقد وجد أن نكهة المولت التي تظهر باللبن نتيجة نمو ونشاط بكتريا S. Lactis biovar maltigenes ترجع إلى وجود مركب 3- Methyl butanal الذي ينتج من الحمض الأميني Leucine وأن إضافة ٠,٥ جزء في المليون من هذا المركب إلى اللبن يؤدي إلى ظهور نكهة المولت به ولقد أكدت الأبحاث وجود كل من 2-Methyl propanal, 3-methyl butanal في لبن به نكهة المولت وأمكن تمييز الكحولات المقابلة لها أيضا.

وميكروب S.Lactis biovar maltigenes حساس جدا لدرجة حرارة البسترة ولكن المركبات الطيارة التي ينتجها لا يمكن التخلص منها بعملية التبريد تحت تفريغ التي أحيانا ما تجري أثناء بسترة اللبن .

النكهة المنشطة :

أشارت الأبحاث إلى أن الحمض الأميني Methionine هو سبب ظهور هذه النكهة في اللبن حيث ظهرت هذه النكهة في محلول منه عند التعرض للضوء- وأوضح أن Methionine من الممكن أن يتحول إلى مركبات عديدة عند تأثير الضوء عليه :

CH_3-S-CH_2-CH_2-$CHNH_2$-COOH Methionine

CH_3-S-CH_2-CH_2-CHO+NH_3+CO_2 Methional

ولقد وجد أن تعرض اللبن المبستر لضوء الشمس المباشر أدى إلى تكوين مركبات طيارة لم تكن موجودة في اللبن الذي لم يتعرض لضوء الشمس مثل : Methanethiol, Methyl sulphide .

وقد ظهر أن بروتين Immunoglobulin ذو الوزن الجزيئي العالي يعتبر المصدر الرئيسي للأحماض الأمينية الحساسة للضوء - بينما وجد أن المصدر الرئيسي للنكهات التي تنشط نتيجة تأثير الضوء هو شق ليبوبروتيني موجود في اللبن وهذا يوضح حساسية اللبن المجنس للنكهة التي تنشط بتأثير الضوء نظرا لارتباط هذا الشق بغشاء حبيبة الدهن وعند تحلل ذلك البروتين الذي يعتقد أنه سبب هذه النكهة لوحظ زيادة فقد الأحماض الأمينية التالية منه :

. Methionine, tryptophan, Tyrosine, Lysine .

تكوين الجيل Gelation :

تفرز بعض الميكروبات كميات كبيرة من الإنزيمات المحللة للبروتين في اللبن الخام أثناء حفظه بالتبريد قبل المعاملة بالبسترة ؛ فلقد وجد أن سلالات من Pseudomonas, Acromobacter تنمو بأعداد تصل إلى ١٠ ^٧^ خلية/مل أو أكثر وتفرز إنزيمات تحلل الكازين بدرجة كبيرة وأن اللبن الذي يحتوي على بكتريا pseudomonas بأعداد (٥ × ١٠ ^٧^ أو ١٠ ^٦^ خلية/مل) قبل المعاملة بطريقة UHT حدث له Gelation أثناء التخزين على درجة حرارة 20°م في خلال ١٠-١٤ يوم ؛ ٨-١٠ أسابيع على التوالي . أما اللبن الذي يحتوي على أعداد ٨×١٠^٥^ خلية/مل أو أقل فقد ظل سائلا لمدة ٢٠ أسبوع وتم تفسير Gelation على أنه نتيجة حدوث تحلل لكل من B,δ,α_s كازين بتأثير الأنزيمات المحللة للبروتين .

تخليق البروتين

خليق بروتين المناعة :-

غالبية بروتينات اللبن يتم تخليقها في الخلايا الطلائية للغدة الثديية ولا تنتج إلا في الغدة الثديية ؛ ولكن جلوبيولينات المناعة والسيرم اليومية لايتم تخليقها بواسطة الخلايا الطلائية للثدي . وهي تمتص من الدم بخلاف كمية محدودة من جلوبيولينات المناعة يتم تخليقها بواسطة Lymphocytes التي تتبقى في خلايا الغدة الثديية ويطلق عليها خلايا البلازما (Plasma cells) وهذه الخلايا تزود الغدة الثديية بالمناعة .

تخليق الأحماض الأمينية في الثدي :

الأحماض الأمينية التي تنتج بواسطة أنسجة الثدي تتأثر بما يلى :

١- تركيز الأحماض الأمنية في الدم .

٢- ميكانيكية الأحماض الأمنية المأخوذة في خلايا الثدي .

٣- الميتابوليزم الخلوي للأحماض الأمينية .

وكل عامل من العوامل السابقة يتأثر بعدة عوامل مثل : فتركيز الأحماض الأمينية في الدم يتأثر بالتغذية والحالة الفسيولوجية للحيوان .

وعملية تمثيل الأحماض الأمنية يمكن أن تشتمل على واحدة من التفاعلات الآتية :

١- ممكن أن تدخل الأحماض الأمينية في عملية بلمرة لتكوين البروتين .

٢- ممكن أن تدخل في عمليات ميتابوليزمية ينتج منها ثاني أكسيد الكربون واليوريا وأمينات متعددة ؛ وأحماض أمينية غير أساسية.

٣- تبقى في الخلية كجزء من تركيب بروتين الخلية وأنزيماتها.

٤- تمر بدون تغير إلى اللبن ؛ والدم ؛ والسيرم .

العمليات التي تحدث للبروتين في الخلية :

: Glycosylation

عملية الـ glycosylation للبروتين تحدث في الخلية في أجسام جوجلي والشبكة الأندوبلازمية الخشنة . وهي عملية ضرورية لإضافة السكر للأحماض الأمينية أسبارتيك؛ سيرين؛ ثيريونين وهي تشمل عدة عمليات معقدة يتم خلالها إضافة ونزع السكريات من البروتين أو إليه فإستخدام أنزيمات جلوكووجالاكتوسيل ترانسفيريز .

والجيكوبروتين شائع الإنتشار وتحتوي على أكثر من ٤% جلوكوز-أمين في صورة مرتبطة مع الخلات ؛ووظائفها :

١- تثبيت أشكال البروتين .

٢- زيادة فترة حفظ بروتينات السيرم .

٣- تشتمل على التفاعلات التي تحدث بين الأغشية .

٤- تعمل كإشارة أو دليل على تفاعل البروتين داخل الخلية للأجزاء الأخرى في الخلية .

وليس من الضروري أن يكون لعملية الـ Glycosylation للبروتين وظيفة فمثلا :

١- الألفالاكتاالبيومين الخالي من الكربوهيدرات يكون له نفس نشاط الألفاكتاليومبين المحتوي عليها

٢- بالرغم من أن الكاباكازين هو أكثر شقوق الكازين التى تحدث له عملية ارتباط مع الكربوهيدرات فإن النسبة المرتبطة مع الكربوهيدرات تكون مرتفعة في السرسوب ومنخفضة في الفترات العادية من الحلب

الكازين والفوسفو بروتين :

الكاباكازين **لايحدث له عملية** فسفرة شديدة ويمكن أن يرجع ذلك إلى التنافس بين أنزيمات الجليكوسيل ترانسفيرز والكينيز على المواقع على البروتين ؛ ويمكن أن تحدث عملية الفسفرة على مواقع مختلفة من جزيء الكازين .

كيفية تخليق الكازين

Submicelle هي وحدة تكوين معقد الكازين في اللبن هذه الـ Submicelle تتكون أولا في أقسام الأفراز (golgi,G) ثم بعد ذلك يندفع الكالسيوم إلى هذه الأقسام ليتكون معقد الكازين الناضج أو التام التخليق Casein Mature (CM). ثم يحدث تفاعل بروتين - بروتين تمهيدا لتكوين روابط الكالسيوم .

والصور التالية تبين بالميكروسكوب الأليكتروني كيف أن جزيئات الكازين تنثني وتطوى لتحتوي الكالسيوم وتنقله من الغدد الثديية إلى اللبن . (شكل ٢٠)



شكل (٢٠) تكوين الـ Casein Micelle

ثالثاً :- الكربوهيدرات :

المكون الكربوهيدراتي في الحليب هو سكر اللاكتوز وتوجد معه كميات ضئيلة من الجلوكوز والجلاكتوز وسكرات أخرى .
ولا يوجد اللاكتوز في الطبيعة في موضوع آخر غير الحليب ولذا فإن هذه المادة تشكل المصدر الوحيد الذي يحضر منه على نطاق تجاري .

يوجد اللاكتوز في حليب جميع الثدييات وهو المادة الصلبة السائدة فيه إلا في الحالات التي تعطى فيها الأبقار كميات عالية من الحليب فتكون كمية الدهن أعلى من اللاكتوز وحتى في مثل هذه الحالات فإن نسبة اللاكتوز لا تختلف عن معدلها وهو (4.8%) بشكله اللامائي . والحقيقة أن هذه النسبة متراوحة بين (٤,٤-٥,٢%) ويمكن أن تنخفض إلى (٢,٧ %) في الحالات المرضية للضرع والفرق بين نسب هذا السكر في حليب السلالات المختلفة من الأبقار المستخدمة للحليب هو ضئيل جداً ومثل هذه الفروقات هي أقل من تلك لنسب البروتين والدهن.

إن تركيز المواد الكربوهيدراتية الأخرى الموجودة في الحليب هو ضئيل جداً فالجلوكوز مثلاً يوجد بتركيز (٥٠-٧٥ملغم) والجلاكتوز (٢٠ملغم) في اللتر الواحد .
ويتميز حليب الإنسان باحتوائه على نسبة أعلى من اللاكتوز مقارنة مع حليب الأبقار وتتراوح هذه النسبة بين ٦,٣ - ٦,٩% وبمعدل ٦,٨% ولذا نجد اللاكتوز أو أى مركب كربوهيدراتي آخر يضاف إلى حليب الأبقار عندما يستخدم في تغذية الأطفال .

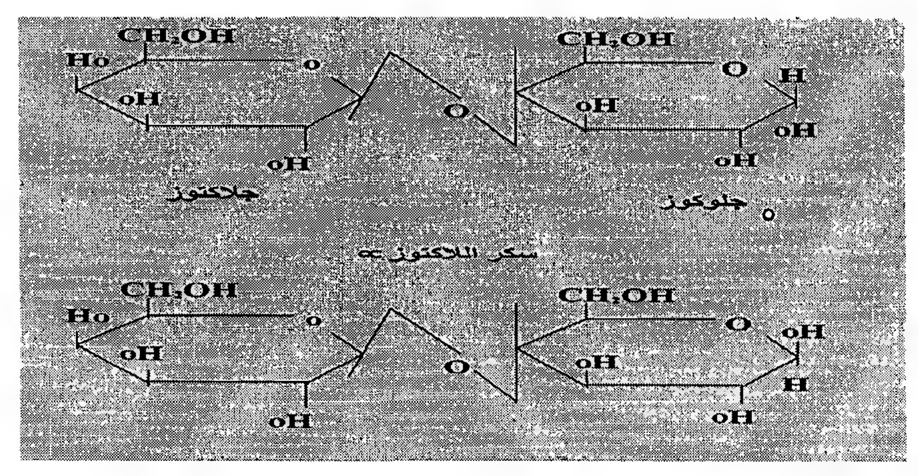
العوامل المؤثرة في مستوى السكر في الحليب :

يتأثر مستوى اللاكتوز في الحليب بعوامل وراثية وبعمر الحيوان ومرحلة الحليب وبالظروف الجوية ومثل هذه العوامل هي العوامل الرئيسية في التغيرات التي تلاحظ في مستوى المواد الصلبة اللادهنية . لقد لوحظت تغيرات وبشكل واضح في مستوى اللاكتوز في الحليب مع فصول السنة

وكانت مترافقة مع كمية الحليب الناتجة فمالـت إلى ارتفـاع بـسيط في مواسـم زيادة الحليب وإلى انخفاض بسيط جداً أثناء قلة الإدرار .

إن تركيز اللاكتوز في اللبأ منخفض ويرتفع بعدها بشكل حـاد خـلال أيام قليلة ويصل إلى نهاية القصوى خلال شهر تقريباً من الولادة يبـدأ بعـدها بالانخفاض وبشكل بطئ في البداية ثم بسرعة في النصف الثاني من فترة إعطـاء الحليب وهذا وينخفض تركيزه بعض الشيء بزيادة عدد الحلبات .

الصيغة التركيبية لسكر اللاكتوز :



سكر اللاكتوز β

(شكل ٢١)

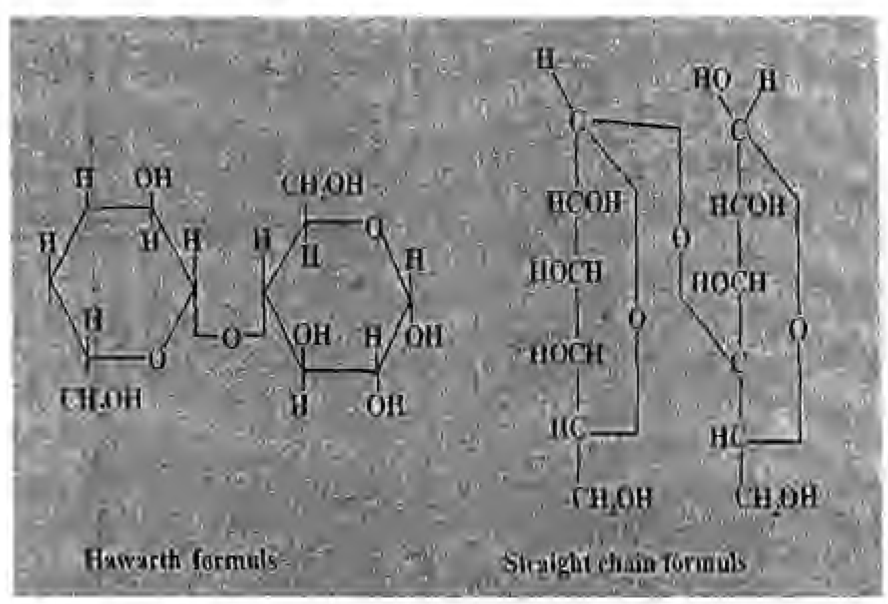
ويتحلل اللاكتوز مائياً بواسطة الأحماض المخففـة أو بفعـل إنـزيم Lactase إلى جلوكوز وجلاكتوز

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{Lactase}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

جلوكوز　　جلاكتوز

٢- التركيب الجزيئي :- Molecular Structure :

اللاكتوز سكر ثنائي يعطي عند تحلله د-جلوكوز ، د-جلاكتوز D-galactose D-glucase ويوجد في الأشكال ألفا وبيتا وفيما يلي ملخصاً للاستدلال على هذا التركيب وكذلك الرموز التجريبية .



شكل (٢٢)

فمعادلة من النوع ها وارث على اليسار تستعمل كثيراً لجميع الكربويدرات وفي كلا النوعين من المعادلات يمثل الجزء إلى اليسار أصل الجالاكتوسل (Galactosyl) والجزء على اليمين يمثل الجلوكوز . والفرق بين كلا النوعين من الهكسوزات يكون على ذرة الكربون (رقم٤) .

عند التحلل الحامضي أو الإنزيمي ، يعطي جزئ اللاكتوز جزئ من كلا من الجلوكوز والجالاكتوز ، وبذلك يثبت أنه سكر ثنائي يتكون من اثنين من الهكسوزات الأكسدة بالبروم المائي تعطي حامض Lactobionic والذي عند تحلله يعطي جالاكتوز ، حامض gluconic، أي تتصل من خلال المجموعة المختزلة للجالاكتوز ، وأن المجموعة المختزلة الحرة هي على ذرة

الكربون رقم (١) من الجلوكوز . ودليل إثباتي آخر يمكن الحصول عليه خلال تحلل أوسازون اللاكتوز lactose phenylosazone ويعطي هذا المشتق عند تحلله حامضياً glucose galactose ، وهذا يدل على حلقة الاتصال بين الجالاكتوز والحالة النشطة لجزئ الجلوكوز من المركب . كما تدل تجارب إضافة الميثيل Methylation والتحلل ، على أن هناك ارتباط (١-٤) بين الجالاكتوز والجلوكوز وأن مجاميع الإيدروكسيل تكون حرة وقابلة لإضافة مجموعة الميثيل . وحقيقته أن هناك رابطة من نوع B- galactosidic بين وحدتي الهكسوزات يمكن إثباتها من واقع أن إنزيم B- galasctosidase من مستحلب اللوز وليس من الـ A- galasctosidase قادراً على تحلل تلك الرابطة ويعتبر اللاكتوز أنه (4-B-D-D- glucose galactopyranosyl)

وضع وطريقة التخليق الحيوي للاكتوز :-

تحت الظروف الاعتيادية في فترة إدرار الحليب يوجد اللاكتوز فقط في الغدة الثديية مما يقود إلى الاستنتاج بأنه يخلق حيوياً في هذا الموضع . أما المواد التي تسلك كمواد أولية لتخليقه حيوياً فيسود تكوينها خارج هذه الغدة ويعتبر جلوكوز الدم المادة الرئيسية التي يخلق منها اللاكتوز فكل مرور للدم في أنسجة الغدة يصحبه امتصاص حوالي ٢٠% من سكر الدم يستخدم معظمها في تخليق اللاكتوز أما الجزء الباقي من هذا الممتص فيستعمل كمصدر للطاقة لإنتاج الحليب وقد أمكن إثبات أن ذرات الكربون والفورمات من الكربونات والخلات والبروبيونات والبيوتايرات، ومن الجليسرين تشترك في تركيب اللاكتوز ويعتقد أحد الباحثين أن حامض البروبيونيك هو الأهم من بين هذه الحوامض الدهنية القصيرة السلسلة كمصدر للكاربون يلي ذلك حامض البيوتايريك وأقلها حامض الخليك .

ولقد أثبتت دراسة استخدم فيها النظير المشع C_{14} أن د - جلوكوز هو أهم مادة أوليه لتخليق اللاكتوز . وعند حساب الكاربون الذي مصدره بلازما الدم في اللاكتوز وجد أنها ٨٠% وأن اندماجه باللاكتوز كان

مباشراً أي دون حدوث تغير فيه ووجد أيضاً أن المسار الذي يتخلق منه حوالي ٧٠% من اللاكتوز يندمج فيه جلوكوز الدم مباشرة وبدون حصول تكسير في سلسلته الكاربونية .

2 Glucose —(2ATP 2ADP / hexo kinse)→ 2-G-6-P

2 G- 6 – p —(phosphoglocomutase)→ 2 G – 1 – p

G – 1 – p+ UTP —(uridyl transferase)→ UDPG + p-P

UdpG —(Glactowaldenase)→ UDP Galactose

UDP Galactose + G-1-p —(Galacto syl- Trans ferase)→ lactose- 1-p+ UDP

Lactose – 1 – p —(Phosphomonoesterase)→ lactose +p

UTP = uridenes tri phosphate
UDP = uridenes di phosphate

الخواص الطبيعية لسكر اللاكتوز :

يوجد اللاكتوز في الطبيعة أو في المنتجات البئية على إحدى شكلين متبلورين ، الفاهيدريت وبيتا انهيدريد Alpha-hydrate, beta anhydride أو على حالة خليط .

- **ألفا هيدريت α- Hydrate** :

يعتبر أن اللاكتوز التجاري عبارة عن الفالاكتوز أحادة المائية Alpha- Lactose mono hydrate (ك١٢ يد ٢٢ أ ١١ يد ٢أ) أو الفاهيدريت يحضر بتركيز محلول مائي من اللاكتوز حتى درجة فوق التشبع ثم السماح بحدوث التبلور على درجة حرارة أقل من ٩٣,٥°م فتتكون بلورات ذات درجة دوران ضوئي فيالماء ٨٩,٤°م ودرجة ذوبان ٢٠١,٦°م ويمكن للألفاهيدريت أن يكون عدداً من الأشكال البللورية ويتوقف في ذلك على حالة التبلور

وأكثرهما الشكل المنشوري والهالي وتعتبر البللورات أنها صلبة وليست ذائبة وتظهر طعماً رملياً عند تذوقها في الفم وهذا هو أساس الاصطلاح عند ذكر العيب في بعض المنتجات مثل المثلجات اللبنية ، الألبان المركزة أو الجبن المعامل ، والتي تحتوي على بلورات ملحوظة من α1-hydrate ويتوقف هذا العيب على حجم وعدد البللورات وتعتبر البللورات بحجم ١٠ جاما أو أقل غير ممكن الاحساس بها في الفم ولا يمكن الاحساس بها فى الفم إلا إذا كانت أكبر من ١٦ جاما ، أما إذا كانت ٣٠ جاما ، فيكفي وجود عدداً قليلاً منها ، كي يسبب الحالة الرملية في كثير من المنتجات .

- **البيتا انهيدريد B - anhydride** :

عندما يحدث التبلور من محاليل مائية علي درجة حرارة أعلى من ٩٣,٥م تكون البللورات غير مائية ، ولها دوران قدره ٣٥م ، (a) D20 35.5 ، ودرجة الذوبان ٢٥٢,٢° وهي عبارة عن بلورات بيتا انهيدريد وهى أكثر حلاوة وأكثر ذوباناً عن الألفاهيدريت . يمكن التخلص من ماء التبلور من بلورات الألفاهيدريت الذي للألفا لاكتوز هيدريت ، فيسمى الفالاكتوز انهيدريد . يمكن الحصول على هذا الشكل بتسخين مسحوق البلورات تحت تفريغ عند ١٢٠-١٢٥°م ويعتبر الناتج ثابتاً في الهواء الجاف ولكنه سريع الامتصاص للماء وفي وجود الماء يكون الهيدريت .

- **اللاكتوز الزجاجي** :

- عند تجفيف محلول لاكتوز بسرعة ، تزيد اللزوجة بسرعة ، لدرجة لا تكون بلورات ، وتنتج حالة بلورية ، تحتوي على ألفا وبيتا لاكتوز ، تتواجد في المحلول ، هذا ومن المسلم به أن اللاكتوز في البن المجفف بطريقة الرذاذ يوجد على حالة شراب مركز أو الزجاج ونظراً لسرعة الجفاف وانخفاض نسبة الرطوبة للمسحوق الناتج ، فسوف لا تكون هناك فرصة للتبلور وقد أظهرت الأبحاث التالية على أن اللاكتوز لم يتبلور في حالة

التجفيف بالرذاذ أو الاسطوانات وإنما توجد الألفا والبيتا بنسبة متوازنة أما في اللبن المجفف بالتجميد ، يحتوي المزيج المتعادل على كمية أكثر من B حيث يحبذ إنتاج هذا الشكل على درجات التجفيف المنخفضة ويكون اللاكتوز الزجاجي ثابتاً إذا حفظ من الرطوبة ولكنه سريع الامتصاص للماء حيث يمتص الرطوبة من الهواء ويصبح لزجاً . وعندما تصل نسبة الرطوبة حوالي ٨% يبدأ اللاكتوز في التبلور ويحتفظ بجانب من الرطوبة على حالة ماء تبلور في الشكل α-hydrate ويطرد جزء آخر ، حيث أن الألفاهيدريت المتبلورة غير ممتصة للماء وهذا هو السبب في أن اللبن المجفف المعرض للهواء يمتص الرطوبة لوقت ، ثم يطرد الرطوبة مرة ثانية وكذلك لماذا أن المنتجات التي تحتوي على بلورات الفاهدريت ، ليست ممتصة للماء مثل تلك المحتوية على لاكتوز زجاجي . ليبدأ اللاكتوز في التبللور ويحتفظ بجانب من الرطوبة على حالة ماء تبلور في الشكل α.hydrate ويطرد جزء آخر ، حيث أن الألفا هيدريت المتبلورة غير ممتصة للماء وهذا السبب في اللبن المجفف المعرض للهواء ، يمتص الرطوبة لوقت ثم يطرد الرطوبة مرة ثانية وذلك يوضح لماذا ان المنتجات التي تحتوي على بلورات ألفاهيدريت ، ليست ممتصة للماء مثل تلك المحتوية على لاكتوز زجاجي .

صفات سكر اللاكتوز :

١- الذوبان :

يظهر الاستقطاب نفسه في خواص الإذابة للاكتوز عند إضافة اللاكتوز كبلورات هيدريت بكميات زائدة إلى الماء مع التقليب ،حيث تذوب كمية منها بسرعة بعدها تذوب الزيادة منها ببطء حتى تصل إلى درجة الذوبان النهائية هذا وتتفق الثوابت الخاصة بطرق الاستقطاب والذوبان وقد استخدمت معدلات الذوبان لاستنباط طرق لتقدير ألفا وبيتا لاكتوز في اللبن المجفف .

ويعتبر الذوبان المبدئي أنه الذوبان الحقيقي للشكل ألفا ويزيد الذوبان بمضى الوقت بسبب الاستنباط أنه يتحول جزء من ألفا إلى بيتا يصبح المحلول غير مشبع بالنسبة الالفا وبذا يذوب قدر آخر من الفاهيدريت وتستمر هذه العملية حتى ينشأ توازن بين ألفا وبيتا في المحلول وبذا لا يذوب أي زيادة من الفاهيدريت أي أننا نصل إلى الذوبان النهائي وهذا المحلول يعتبر مشبعاً بالنسبة للألفا ولكن جزء كبير من مسحوق بيتالاكتوز يمكن إذابته فيه ، بسبب زيادة نسبة الذوبان المبدئي للشكل بيتا .

ويصبح المحلول مشبعاً بألفا بمدة قبل الوصول إلى درجة التشبع بالنسبة لبيتا . إلا أن الزيادة من بيتا تذوب في المحلول تعكس او تؤثر على التوازن ويحدث الاستقطاب . وحيث أن المحلول كان قبل ذلك مشبعاً بالنسبة لألفا ، فإن الشكل ألفا المتكون بالاستقطاب سوف يتبلور كي يكون حالة التوازن مرة ثانية .

درجة الحرارة ٥°م	الذوبان الأولى ألفا لاكتوز	بيتا لاكتوز	الذوبان النهائي ألفا لاكتوز +بيتا لاكتوز	ما فوق الذوبان Super Solubility
صفر	٥,٠	٤٥,١	١١,٩	٢٥
١٠,٠	٥,٨	-	١٥,١	-
١٥,٠	٧,١	-	١٦,٩	٣٨
٣٠,٠	٩,٧	-	٢٤,٨	-
٤٩	١٧,٨	-	٢٤,٤	-
٦٣,٩	-	-	٦٤,٢	-
٧٤,٠	٣٤,٤	-	٨٦,٢	-
٨٧,٢	-	-	١٢٢,٥	-
١٠٧,٠	-	-	١٧٧,٠	-
١٣٨,٨	-	-	٣٠٦,٠	-

وبذا يذوب قدر آخر من ألفا هيدريت وتستمر هذه العملية حتى ينشأ توازن بين ألفا وبيتا في المحلول وبذا لا يذوب أي زيادة من الفا هيدريت أي

أننا نصل إلى الذوبان النهائي هذا المحلول يعتبر مشيعاً بالنسبة لألفا ، ولكن جزء كبير من مسحوق بيتا لاكتوز يمكن إذابته فيه بسبب زيادة نسبة الذوبان المبدئي للشكل بيتا ويصبح المحلول مشيعاً بألفا بمدة قبل الوصول إلى درجة التشبع بالنسبة لبيتا إلا أن أي زيادة من بيتا تذوب في المحلول تعكس أو تؤثر على التوازن ، ويحدث الاستقطاب mutaratation وحيث أن المحلول كان قبل ذلك مشبعاً بالنسبة لألفا فإن الشكل ألفا المتكون بالاستقطاب سوف يتبلور كي يكون حالة التوازن مرة ثانية وحيث أن بيتا لاكتوز تعتبر أكثر ذوباناً والاستقطاب بطئ فمن الممكن تكوين محاليل أكثر تركيزاً وذلك بإذابة الشكل بيتا ، بدلاً من ألفا لاكتوز هيدريت وفي أي حالة يكون الذوبان النهائي للاكتوز في المحلول واحداً ويؤثر المذيب ووجود الأملاح على ذوبان اللاكتوز كما هو الحال في حالة الاستقطاب يزيد ذوبان اللاكتوز بزيادة تركيز كبير من أملاح الكالسيوم ، الكلوريد ، البروميد ، وتتكون محاليل مركزة وثابتة وتفسر ظاهرة زيادة الذوبان ، تكوين معقد بين اللاكتوز والأملاح وتدل البيانات على حدوث تفاعل بين الأملاح واللاكتوز في المحلول وذكر كذلك أن كلوريد الكالسيوم يزيد ذوبان اللاكتوز في الميثانول . إذا أمكن تبلور اللاكتوز ببطء فى محلول يتكون مركبا من بيتا لاكتوز ، كلوريد الكالسيوم ، الميثانول بنسبة جزئية قدرها ١ : ١ : ٤ ، وذلك من محاليل مركزة وعالية اللزوجة وبإضافة ماء إلى المحلول المركز يزول التبلور من المحلول المركز السابق الذكر .

وهناك دراسات غير كثيرة عن تأثيرات السكريات الأخرى على ذوبان اللاكتوز عند ١٠-١٨°م ، يسبب محلول سكر ١٤% في الماء ، المشابه للموجود في مخلوط المثلوجات اللبنية ، نقصاً في تركيز اللاكتوز . وبزيادة تركيز السكر حتى إلى ذلك المساوي في اللبن المركز المحلي (٦٥%) يخفض الذوبان قليلاً (من ١٥,٩٧ إلى ١٣,٤٦%) وعند درجة الصفر ، تقل درجة ذوبان اللاكتوز في الماء إلى النصف ، وذلك لزيادة تشبع المحلول بالسكر .

- ويسبب الكحول نقصاً في ذوبان اللاكتوز إلا أن الشكل الزجاجي يذوب في محاليل الكحول ، كي يكون محلول فوق التشبع وقد اتبعت هذه الطريقة لاستخلاص اللاكتوز من الشرش أو مسحوق اللبن الفرز المجفف مستعملاً الايثانول وعندئذ تيبلور اللاكتوز على درجة عالية من النقاوة من المحلول الكحولي ويعتبر أنه أفضل مذيب وحيث أن الكحول يخفض ذوبان اللاكتوز ، فإن إضافة الكحول تساعد على التبلور وكذلك يؤثر الكحول على صفات البلورات عند إضافته إلى محلول لاكتوز ، حيث يصبح المزيج أبيض لبنياً لبضع ثوان ثم يأخذ في الروقان ويختلف تركيب الراسب كثيراً على حسب تركيز الكحول المضاف ويرسب فقط الالفا هيدريت عند تركيز منخفض ، ولكن B يمكن أن تتواجد على تركيزات عالية .

قابلية الذوبان :

ومن الصفات المهمة لسكر اللاكتوز هي قلة ذوبانه في الماء مقارنة مع أي سكر مألوف آخر وهناك قابلية ذوبان ابتدائية وهي المقتصرة على النوع ألفا - لاكتوز قبل تكون الصورة بيتا - لاكتوز ونهائية بعد حدوث تعادل بين هاتين الصورتين بوجود وفرة من السكر غير الذائب وتؤثر درجة الحرارة في قابلية الذوبان فهي ترتفع بارتفاعها وعادة ما تكون النسبة بين قابلية الذوبان النهائية والابتدائية حوالي ٢,٥ مرة فمثلاً تكون القيمة الابتدائية ٨,٦ جم لكل ١٠٠جم ماء عند درجة حرارة ٢٥م والقيمة النهائية ٢١,٦ لكل ١٠٠جم هذا ويوضح الجدول التالي تأثير درجة الحرارة على قابلية ذوبان اللاكتوز .

جدول (٢٤) تأثير درجة الحرارة في قابلية ذوبان اللاكتوز في الماء جم/١٠٠جم ماء

ما فوق الذوبان	الذوبان النهائي الفالاكتوز- بيتا لاكتوز	بيتالاكتوز	الفالاكتوز	درجة حرارة(م)
صفر	٥	٤٥,١	١١,٩	٢٥
١٠	٥,٨	//	١٥,١	//
١٥	٧,١	//	١٦,٩	٣٨
٢٥	٨,٦	//	٢١,٦	٥٠
٣٠	٩,٧	//	٢٤,٨	//
٣٩	١٢,٦	//	٣١,٥	٧٤
٤٩	١٧,٨	//	٤٢,٤	//
٥٠	١٧,٤	//	٤٣,٧	//
٥٩	//	//	٥٩,١	//
٦٣,٩	//	//	٦٤,٢	//
٦٤	٢٦,٢	//	٦٥,٨	//
٧٣,٥	//	//	٨٤,٥	//
٧٤	٣٤,٤	//	٨٦,٣	//
٧٩	//	//	٨٤,٤	//
٨٧,١	//	//	١٢٢,٥	//
٨٨,٢	//	//	١٢٧,٣	//
٨٩	٥٥,٧	//	١٣٩,٢	//
٩٠	٦٠	//	١٤٣,٩	//
١٠٠	//	٩٤,٧	١٥٧,٦	//
١٠٧	//	//	١٧٧	//
١٢١,٥	//	//	٢٢٧	//
١٣٣,٦	//	//	٢٧٣	//
١٣٨,٨	//	//	٣,٦	//

وتؤثر قلة ذوبان اللاكتوز في الماء في صناعات لبنية متعددة كالمثلجات اللبنية والحليب المكثف المحلي والحليب المجفف المنزوع دهنه .

- **تبلور سكر اللاكتوز – crystallization :**

يمكن لمحاليل اللاكتوز أن تعتبر فوق مشبعة قبل حدوث التبلور الوقتي ، ومع ذلك قد يحدث التبلور بعد مضي بعض الوقت وعموماً فإن فوق التشبع عند أي درجة حرارة يكون مساوياً لقيمة التشبع عند درجة حرارة أعلى بـ ٣°م ويرجع الفضل إلى العالم ostwald فى تقسيم فوق التشبع إلى مجال الثبات والحركة Metastable Mobile ويوجد مجال الثبات metastable في الأطوار الأولى من فوق التشبع الناتج عن تبريد محلول مشبع أو بالاستمرار في التبخير بعد درجة التشبع ولا يحدث التبلور بسهولة في هذا المجال من فوق التشبع وتوجد المنطقة المتحركة على مستويات أعلى من فوق التشبع ، حيث يحدث التبلور بسهولة وهناك عدة نقط يجب معرفتها في هذا الشأن .

أ- لا يحدث نمو أو زرع نواه nucleation في المنطقة الغير مشبعة .
ب- تأخذ البلورات في النمو في كلا المجالين الثابت والمتحرك .
ج- يمكن زرع النواة nucleation في المنطقة الثابتة فقط إذا ما أضيف بلورات خارجية (نواة لزيادة التبلور) .
د- يحدث التبلور الوقتي في المنطقة المتحركة دون إضافة مواد كأنوية من الخارج .

وقد اتخذت هذه الأسس لمعرفة بلورات الألفا هيدريت ، بيتا انهيدريد أو كليهما في المنتجات المختلفة ويحضر محلول فوق مشبع في المنطقة الثابتة بالنسبة للشكل المختبر ولكنه دون التشبع بالنسبة للآخر وعندما يحتوي الناتج على البلورات ، يصبح المحلول عكراً نتيجة لزرع البلورات . وإذا لم توجد البلورات في المواد ، يبقى المحلول ثابتاً .

ويشمل التبلور خطوتين :-

أولاً : زرع النويا ثم زيادة النويا إلى حجم كبير ويحدث زراعة النويا تنشيط للجزيئات الصغيرة غير الثابتة بقدر كاف من النشاط على السطح كي تكون طور ثابت جديد . وقد يحدث ذلك في المحاليل فوق المشبعة ونتيجة لهذه الميكانيكية أو إدخال بلورات صغيرة من نوع مخصوص أو وجود بعض الشوائب التى تعمل كمراكز للنمو وتكون البلورات .

- وبزيادة التركيز ، يزيد احتمال تكوين النويا حتى نصل إلى النهاية ثم تنخفض إلى الصفر وبعزي ثبات الحالة الزجاجية إلى الاحتمال الضئيل لتكوين النوايا عند التركيزات العالية . أما النمو التالي للبلورات فيتوقف على مدى انتقال المذاب إلى سطح البللورات ومدى ترسيب تلك الجزيئات على السطح وبذا فإن مدى نمو البللورات يحكمه درجة عدم التشبع ، السطح الكلي الكافي للتثبيت ومدى انتشار سطح البلورات والذي يتوقف على اللزوجة ، التقليب ، ودرجة حرارة المحلول .

ويوجد في حالة اللاكتوز عامل إضافي وهو مدى استقطاب بيتا إلى الفا وكما ذكر سابقاً ، ويكون هذا المدى سريعاً على درجة حرارة أعلى ٧٥°م لكنه بطيئاً على درجات الحرارة المنخفضة . وبسبب خفض درجة حرارة محلول اللاكتوز زيادة في حالة عدم التشبع ، وقد يؤدي إلى زيادة التبلور ولكنه باستمرار خفض درجة الحرارة ، نصل إلى نقطة تغير Mutation يتأخر عندها التبلور نظراً لبطء الاستقطاب ونقص في مدى نشاط جزيئات اللاكتوز kinetic activity وزيادة الزوجة فى المحلول ، ولذلك تختلف الدرجة المثلى لسرعة تبلور اللاكتوز حسب ظروف التبلور . وقد درس تبلور اللاكتوز على درجات حرارة في مجال -٥ إلى ٣٠°م ، حيث وجد أن أقصى درجة من التبلور تحدث بحفظ المحلول على ٣٠°م لمدة ثلاثة ساعات ثم

التبريد التدريجي إلى قريباً من ٢٠°م هناك ضرر محقق من التبريد أقل من ٢٠°م خلال الاثنى عشر ساعة الأولى من التبلور الناتجة من نقص الذوبان على درجة الحرارة المنخفضة والتى تنعكس بالنقص في مدى الاستقطاب من بيتا إلى ألفا . ويزيد مدى الاستقطاب ٢,٨ مرة بزيادة درجة الحرارة ١٠°م .

حالات تبلور اللاكتوز :

يمكن الحصول على بلورات اللاكتوز بثلاثة صور مختلفة وذلك بالاعتماد على نوع المعاملة المتبعة أثناء التحضير وأول هذه الصور هو ألفا أحادي المائية monohydrate ويعتبر أبسط صور الألفا المائية alpha hydrate وهذه الصورة ثابتة وهي التي يوجد بها السكر على النطاق التجاري .

والصورة الثانية هي - بيتا - اللامائية B- anhydride وتتكون عندما يتبلور السكر من محلوله عند درجة حرارة تزيد عن ٩٣,٣م والصورة الثالثة هي ألفا اللامائية ويمكن الحصول عليه من تجفيف النوع الأول عند درجة حرارة تزيد عن ٦٥°م ويمكن لكل من الصورتين الثانية والثالثة التحول إلى الصورة الأولى بوجود كميات قليلة من الماء وعند درجة حرارة تقل عن ٩٣,٣°م . وتبلغ درجة حرارة انصهار الصورة ألفا المائية ٢٠٢°م ودرجة إدارتها للضوء المستقطب +٨٥° تنخفض عند أول وضعها في المحلول إلى ٥٢,٦م ويمكن لألفا هدرات Alphahydrate أن تكون عدداً من الأشكال البلورية وذلك اعتماداً على ظروف التبلور إلا أن الشكل المنشور والفاسي هما الشائعتان وتكون البلورات صلبة وغير ذائبة بدرجة عالية ولذا فهي تعطي قواماً رملياً عند وضعها في الفم وهذا هو مصدر الاصطلاح رملي sandy المستعمل لوصف عيب في قوام المثلجات اللبنية والحليب المكثف وعدد من منتجات الألبان الأخرى الذي يظهر جراء تكون هذه البلورات وتبلغ درجة انصهار الصورة بيتا اللامائية B-anhydrate ٢٥٢,٢ ودرجة إدارتها الضوء المستقطب +٣٤,٩ ترتفع عند وضعها في المحلول إلى ٥٥,٤م هذه البلورات أكثر حلاوة وذوبانا من البلورات الأولى .

ويمكن التخلص من ماء التبلور في بلـورات ألفـا المائيـة alphahydrate وتحويلها على بلورات ألفـا اللامائيـة alphanhudrate بتـسخين البلـورات إلى ١٠٠°م تحت تفريغ وبصورة أسـرع عنـد درجـة حـرارة ١٢٠-١٢٥م حيـث تتكون بلورات ثابتة في الهواء الجاف ولكنها سريعة الامتصاص للرطوبة .

- وفي المثلجات اللبنية مثلاً يمكن أن يتبلور اللاكتوز لأسباب متعـددة كأن يكون تركيزة عالياً أو سرعة تجميد المخلوط منخفضة أو حدوث تـأرجح في درجة حرارة التصلب لغرفة التصليب أو وجود بلورات ونوى أخرى وقد مر ذكر مصدر التسمية الترميل sandiness في إحدى الفقرات السابقة وهي أنه عندما يكون قطر بلورات ألفا هيدرات ١٠ ميكرون أو أقل لا يتحسس بما في الفم أما إذا زاد قطرها عن ١٦ ميكرون فإن العدد الذي يمكن أن يوجد منـها دون تأثير واضح في قوام المنتجات الحاوية عليه هو قليل جداً وعندما يجفـف الحليب بسرعة كما هو الحال في إنتاج الحليب المجفف بعد نزع دهنه لا يتبلور بل يكون ما يسمى اللاكتوز الزجـاجى lactose glass ذي القابليـة لامتـصاص الرطوبة من الهواء فيتجفف هذا التركيب ويصبح هناك مجال لانتظام الجزيئات وتبلورها وتعمل بلورات الصورة ألفا-هـدرات علـى تجمـع دقـائق الحليـب بشكل كتل صغيرة ودون شك فإن طريقة التخلص من هـذه الحالـة هـو منـع الرطوبة عن الحليب المجفف .

(٢) الاستقطاب :-

كما ذكر سابقاً أن اللاكتوز يوجد في صورتين هما ألفا (α) ، بيتـا (B). ونجد أن الشكل α له زاويـة دوران عاليـة فى إتجـاه dextro ويعـرف الـدوران النوعى للمادة بأنه الدوران بالدرجات الزاوية الناتج بواسطة محلول طولـه ١ ديسمتير ويحتوى تركيز جم لكل مل من المادة .

ولذلك الدوران النوعى يمثل بالقانون الآتي :

$(\alpha) = 100a/Lc$

(α) = specific rotation الدوران النوعى

degress of angular rotation a = زاوية الدوران

L = Length of tube dm طول الأنبوبة بالديسميتر

C = Concentration of substance تركيز المادة بالجم / ١٠٠ مل
(g / 100 ml)

وبجانب الاختلافات الموجودة فى المعادلة فإن لدرجة حرارة المحلول والطول الموجى لمصدر الضوء أهمية أيضا .

ومصدر الضوء القياسى المستخدم لقياس زاوية الدوران الضوئى هو اللون الأصفر لعنصر الصوديوم - ويستخدم حديثا ايضا خط الزئبق الأحادى (λ 5461 A°) .

عموما الدوران النوعى عند ٢٠°م

$[\alpha]^{20}_{D} = 55.23 - 0.0168\, C - 0.07283\, (t - 20)$

حيث C تركيز اللاكتوز اللامائى anhyfrous lactose بالجم / ١٠٠ مل محلول ، t درجة حرارة المحلول المئوية .

$[\alpha]\, 20\, Hg = 61.7 - 0.007\, C - 0.76\, (t - 20)$

حيث C هى تركيز اللاكتوز الأحادى المائية lactose monohydrate بالجم / ١٠٠ مل محلول ، t درجة حرارة المحلول المئوية .

والقيم المعطاه سابقا للدوران النوعى هى قيم أولية لدوران النوعى لشكلين α ، B لاكتوز - فعند ذوبان أى من الشكلين فى الماء يحدث تغير تدريجى من شكل لآخر إلى أن تحدث حالة الأتزان - وبعض النظر عن الشق المستخدم فى تحضير المحلول فإن الدوران سوف يتغير (mularotation) إلى أن يكون عند الاتزان على أساس وزن اللاكتوز اللامائى $[\alpha]^{20}_{D} = 55.3$ وهذا يعادل ٣٧,٣% من الشكل α ، ٦٢,٧% من الشكل B . حيث أن دوران الاتزان هو مجموع دوران كلا من الشكل α ، الشكل B . فإن نسبة دوران الشكل B على الشكل α عند ٢٠°م تكون ٦٢,٧ / ٣٧,٣ = ١,٦٨- وهذه

القيمة تتأثر قليلا بالاختلافات فى درجة الحرارة ولا تتأثر بالاختلاف فى الـ pH . ونسبة اللاكتوز فى الشكل ألفا (α) تزيد بالتدريج بمعدل ثابت بزيادة درجة الحرارة . وبتناقص ثابت الاتزان ($\frac{B}{\alpha}$) تدريجيا بزيادة درجة الحرارة .

ويظهر التغير فى الدوران على أنه تفاعل من النوع الأول ويكون ثابت السرعة غير معتمد على وقت التفاعل وتركيز التفاعل - ويزيد التحول فى الدوران بمعدل ٢,٨ مرة لكل ١٠°م زيادة فى درجة الحرارة - وبتطبيق قانون الكتلة ، فإن المعادلة تتطور لتقيس معدل التفاعل العكسى بين الأشكال α ، B لاكتوز ، فإذا احتوى محلول اللاكتوز المخفف على (a) جزئ من α ،(b) جزئ من B وذلك عند درجة حرارة ثابتة . فإن كمية B لاكتوز (x) المتكونة لكل وحدة وقت تكون .

$$\frac{dx}{d1} = K_1 (a - x) - K_2 (b + x) .$$

ويمكن تقدير معامل التحول فى الدوران mutarotation Coefficient ($K_1 + K_2$) عن طريق تقدير التغير فى الدوران الضوئى مع الوقت .

$$K_1 + K_2 = \frac{1}{t} \log \frac{r_0 - r_{00}}{r_0 - r_{00}}$$

حيث الانحراف الضوئى عندما يكون الوقت صفر = r_0

الانحراف الضوئى عندما يكون الوقت t = r_t

الانحراف الضوئى عند النهاية أى عند الأتزان = r_∞

وتمثل المعادلة تفاعل من الدرجة الأولى .

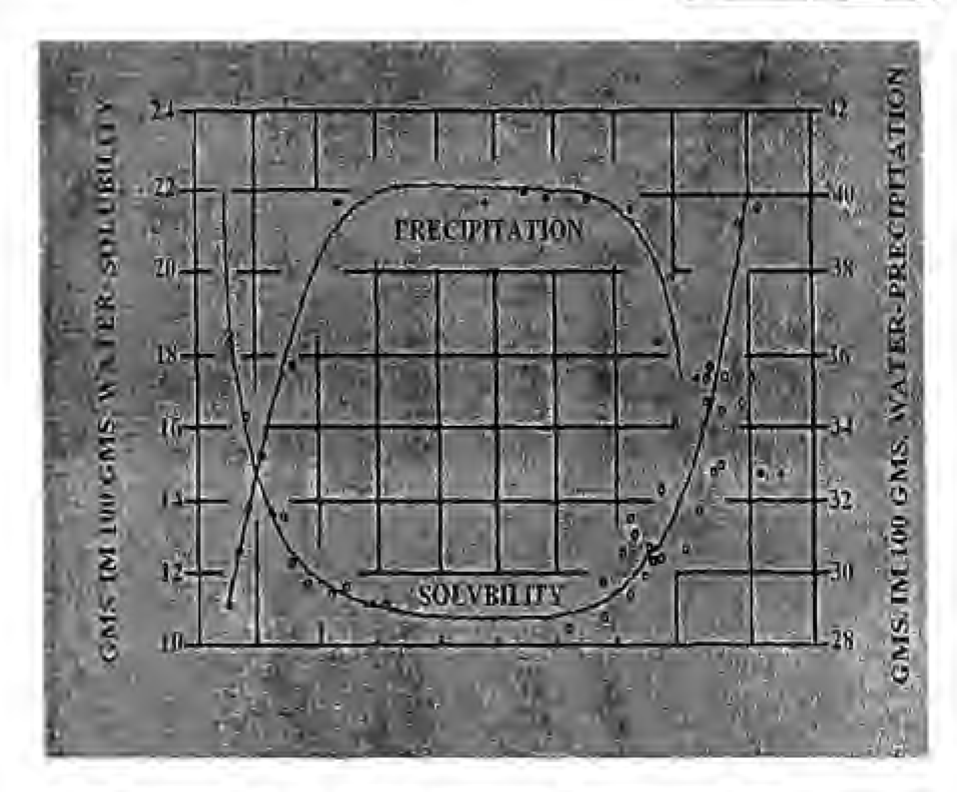
والرسم البيانى للتغير فى الدوران عند الوقت t - والاتزان($r_t - r_\infty$) مقابل الوقت - يعطى خط مستقيم ميله يكافئ معامل التغير فى الدوران mutarotation coefficient .

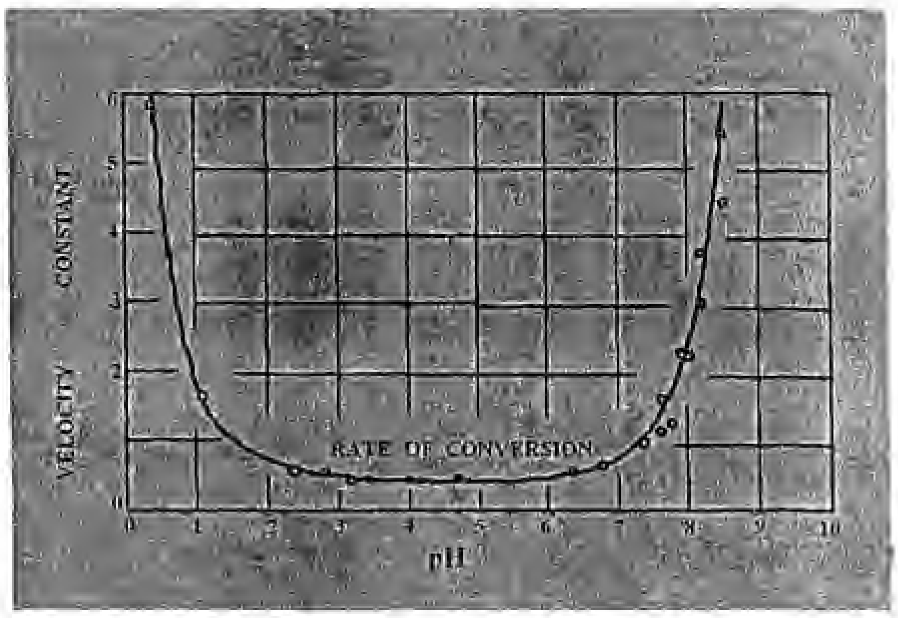
* وتستخدم الطريقة المعتمدة على الدوران للتقدير الكمى لكميات α لاكتوز ، B لاكتوز فى الآيس كريم ومنتجات الألبان المجففة .

ومعدل التغير فى الدوران يكون بطئ عند درجات الحرارة المنخفضة ويزيد بزيادة درجة الحرارة ، بحيث يكون التغير سريعا جدًا (أى لحظى أو فى الحال) عند ٧٥°م .

وقد تم تقدير التغير من α إلى B فى مدة ساعة بنسبة ٥١,١%، ١٧,٥ ، ٣,٤% وذلك على درجة ٢٥°م ، ١٥°م ، صفر °م على التوالى .

ويكون معدل التغير فى الدوران rate of mutarotation أقل ما يمكن عند pH = 5.0 ويزيد بالتغير فى pH على كلا الجانبين شكل (٢٣) - ويكون المعدل سريع عند درجات الـ pH المنخفضة جدا ويزيد بسرعة فى المحاليل الأكثر قلوية . ويحدث الأتزان فى دقائق قليلة عند pH ٩ .





شكل (٢٣) تأثير الـ pH على معدل التغير بين أشكال اللاكتوز

ووجود السكر والملح ممكن أن يؤثر علي معدل التغير فى الدوران ولكن التأثير يكون قليل فى المحاليل المخففة منها - ومخلوط الأملاح المساوى لتركيز هذه الأملاح فى اللبن يضاعف معدل تغير الدوران .

وهذا التأثير يرجع مبدئيا إلى السترات والفوسفات فى اللبن - ووجود تركيز مرتفع من السكروز له تاثير مضاد لتأثير الاملاح حيث يكون تاثير السكروز قليل عند تركيز حتى ٤٠% ولكن بزيادة التركيز فوق ذلك فإن معدل التغير فى الدوران ينخفض إلى تقريبا نصف المعدل الطبيعى .

وتركيز ٣٠% سكروز أو أقل يزيل التأثير المحفز للسترات والفوسفات على معدل تحول دوران الضوء mutarotation وبعض الأبحاث تعتقد وجود تداخل بين الأملاح والسكريات حيث يتكون معقد بين اللاكتوز وكلوريد الكالسيوم تركيبه α – lactose . $cacl_2$. $7H_2o$ ولكن الدراسات على توزيع الكالسيوم فى اللبن أثبتت عدم وجود مركبات ذائبة لمركبات الكالسيوم واللاكتوز فى التركيزات الموجودة طبيعيا فى اللبن .

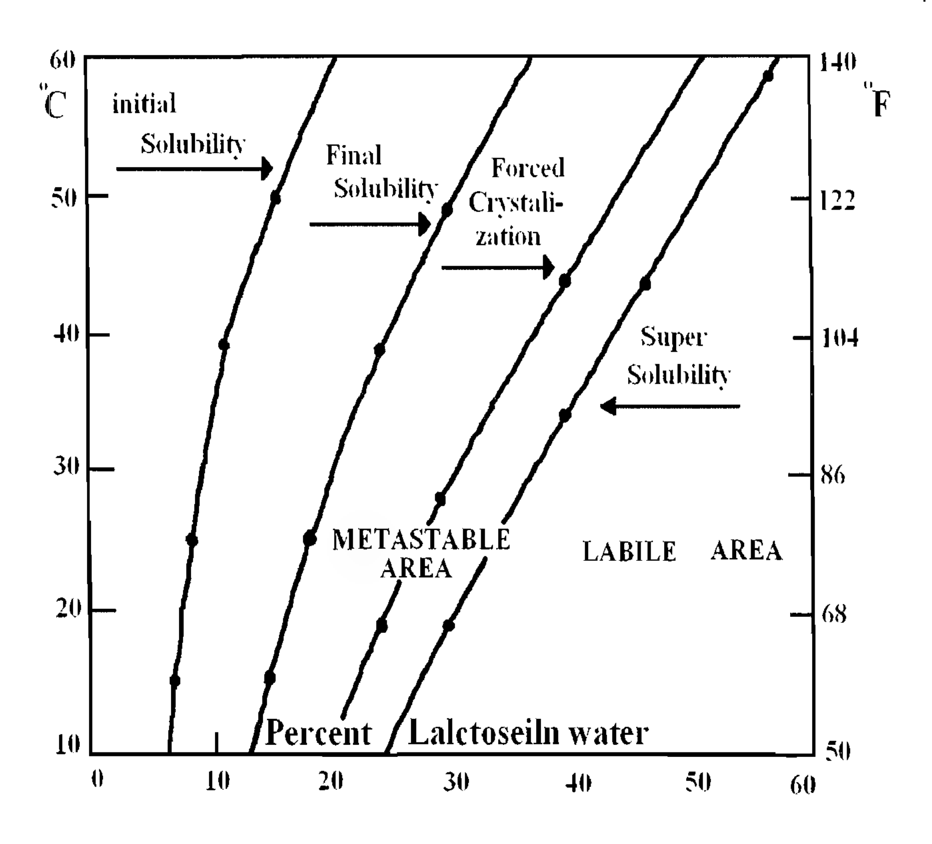
والدوران النوعى للاكتوز يختلف باختلاف المذيب فيكون مرتفع فى الجليسيرول أكثر من المحاليل المائية ولكنه منخفض فى المحاليل الكحولية والأستيون . وليس فقط الدوران النوعى هو الذى يتغير بتغير طبيعة المذيب ولكن ربما يتغير أيضا التوزان بين الشكل α والشكل B .

(٣) **التبلور Crystallzation** :

يمكن لمحاليل اللاكتوز أن تعتبر فوق مشبعة قبل حدوث التبلور الوقتي ، ومع ذلك قد يحدث التبلور بعد مضي بعض الوقت .

وعموماً فإن الذائبة الزائدة عند أي درجة حرارة تكون مساوية لقيمة التشبع عند درجة الحرارة الأعلى من ثلاثون درجة مئوية .

وهذا يظهر بمنحنيات ذوبان اللاكتوز كما هو مدون بالرسم البياني رقم (٢٤)



شكل (٢٤) تأثير تركيز اللاكتوز على ذوبانه

ويرجع الفضل إلى العالم استوالد Ostwald حيث أنه ابتكر فكرة فوق التشبع وقسمها إلى مجال الثبات والتقلقل Metastable Labile ويوجد المجال الثابت في الأطوار الأولى من فوق التشبع والناتج عن تبريد محلول التشبع أو بالاستمرار في التبخر بعد درجة التشبع ولا يحدث التبلور بسهولة في هذا المجال من فوق التشبع وتوجد منطقة القلق على مستويات أعلى من فوق التشبع حيث يحدث التبلور بسهولة وهناك عدة نقط تلزم معرفتها في هذا الشأن :

أ- لا يحدث نمو او زرع النواة في المنطقة غير المشبعة .

ب- تأخذ البلورات في النمو في كلا المجالين الثابت والقلق .

ج- يمكن زرع النواة في المنطقة الثابتة إذا أضيفت أنوية البلورات .

د- يحدث التبلور الوقتي في منطقة التقلقل دون إضافة مواد لتكوين أنوية تبلور .

وعندما يحتوى المنتج على بلورات فإن المحلول يصبح عكرا مع تكون بلورات جديدةى كنتيجة لوجود الأنوية وإذا لم توجد ابلورات فىالمادة سيبقى المحلول ثابت ورائق .

أولا :- زرع النواة :

ثانيا:- نمو النواة الى حجم أكبر :

يشمل زرع النواة تنشيط الجزيئات الصغيرة غير الثابتة بقدر كاف من الطاقة السطحية كي يكون طور ثابت جديد وقد يحدث ذلك في المحاليل فوق المشبعة نتيجة للصدمة الميكانيكية الناتجة عن إدخال بلورات صغيرة من نوع مرغوب أو وجود بعض الشوائب التى تعمل كمركز لنمو البلورات وبزيادة التركيز يزيد احتمال تكوين النواة حتى تصل الى النهاية ثم تنخفض الى الصفر ويعزى ثبات الحالة الزجاجية الى الإحتمال الضئيل لتكوين أنوية البلورات عند هذه التركيزات العالية .

اما النمو التالي للبلورات فيتوقف على مدى انتقال المذاب الى سطح البلورات ؛ ومدى أو توجه تلك الجزيئات على السطح وبذا فإن مدى نمو البلورات يحكمه درجة عدم التشبع ؛ السطح الكلي الكافي للتثبيت ؛ ومدى الانتشارعلى سطح البلورات والذي يتوقف على اللزوجة ؛ التقليب ودرجة حرارة المحلول .

ويوجد في حالة اللاكتوز عامل إضافي وهو مدى استقطاب بيتا إلى ألفا وكما ذكر سابقا يكون هذا المدى سريعا على درجة حرارة أعلى من ٧٥°م ولكنه بطيئا على درجات الحرارة المنخفضة ؛ ويسبب خفض درجة حرارة محلول اللاكتوز زيادة في حالة عدم التشبع وقد يؤدي الى زيادة درجة التبلور ولكنه باستمرار خفض درجة الحرارة نصل إلى نقطة يتأخر عندها التبلور نظرا لبطء الاستقطاب ؛ نقص في مدى الانتشار ؛ نقص في نشاط جزيئات اللاكتوز وقد درس تبلور اللاكتوز على درجات حرارة في مجال ٥ إلى ٣٠°م حيث وجد أن أقصى درجة تبلور تحدث بحفظ المحلول على ٣٠°م لمدة ثلاث ساعات ثم التبريد التدريجي قريبا من ٢٠°م وكان هناك ضرر محقق للتبلور من التبريد أقل من ٢٠°م خلال الإثنى عشر ساعة الأولى من التبلور .
والمعدل العام للبتلور يمكن تلخيصه بواسطة التفاعل التالى :-

$$\text{B- Lactose} \underset{}{\overset{\text{Step (1)}}{\rightleftharpoons}} \alpha - \text{Lactose} \underset{}{\overset{\text{Step (2)}}{\rightleftharpoons}} \alpha - \text{lactose hydrate crystats}$$

فإذا كان تحول الدوران الضوئى (خطوة ١) ابطء من التبلور (خطوة ٢) فإن مستوى الألفا لاكتوز يكون اقل من قيمة الاتزان للتحول (٣٧,٣% الفا عند ٢٠°م) وعلى العكس عندما يكون التبلور ابطأ فإن المتشابهات الضوئية α ، B تقرب من قيمة اتزانهم .

من هذا يتضح أن الاستقطاب يحدث أكثر عند ظروف عادة موجودة فى منتجات الألبان .

الكثافة :- بلورات اللاكتوز تختلف اختلافًا بسيطا عن بعضها البعض فى الكثافة – فكثافة α - Lactose تكون 1.540 بينما كثافة B-Lactose اللامائى 1.589 – كذلك كثافة اللاكتوز اللامائى المتكون من نزع الماء تحت تفريغ تكون ١,٥٤٤ بينما المتكون من نزع الماء بالمعاملة بالكحول تكون ١,٥٧٥ . وكثافة اللاكتوز لا تكون علاقة خطية مع تركيزه نظرا لاختلاف أنواع اللاكتوز .

٥- الحلاوة النسبية :

لقد دلّ فيما سبق على أن الحلاوة النسبية للسكريات تختلف بالتركيز ولذا فمن الخطأ أن نقول أن نوعاً من السكر كذا مرة أكثر من الآخر حيث أن ذلك يكون صحيحاً عند تركيز معين .

ويجب أن يعرف أن اللاكتوز يعتبر أكثر حلاوة نسبياً على التركيزات الأعلى عنه عند التركيزات الأقل . كما أنه أكثر حلاوة عما ذكر في المراجع العلمية .

والجدول (٢٥) يبين الحلاوة النسبية للسكريات (التركيز كنسبة مئوية التى تعطى حلاوة متكافئة)

سكروز	جلوكوز	فركتوز	لاكتوز
٠,٥	٠,٩	٠,٤	١,٩
١	١,٨	٠,٨	٣,٥
٢	٣,٦	١,٧	٦,٥
٢	٣,٨	-	٦,٥
٢	٣,٢	-	٦
٥	٨,٣	٤,٢	١٥,٧
٥	٨,٣	٤,٦	١٤,٩
٥	٧,٢	٤,٥	١٣,١
١٠	١٣,٩	٨,٦	٢٥,٩
١٠	١٤,٦	-	صفر
١٠	١٢,٧	٨,٧	٢٠,٧
١٥	١٧,٢	١٢,٨	٢٧,٨
١٥	٢٠	١٣,٠	٣٤,٦
٢٠	٢١,٦	١٦,٦	٣٣,٣

وتعتبر البيتا لاكتوز أكثر حلاوة من ألفا (موضح بالجدول ١١) ولكن بيتا لاتعبر عن حلاوة المزيج إلا إذا كان تركيز محلول اللاكتوز يساوي أو يزيد عن ٧% وحيث يوجد ٦٣% تقريبا من B في المزيج المتوازن فهناك أقل فرق في الحلاوة بين محلول بيتا لاكتوز ومحلول متوازن يحتوى على α ، B عنه بين محلول ألفا لاكتوز والمحلول المتوزان من α ،B ومع ذلك فللاغراض العملية هناك فائدة قليلة لاستعمال الشكل بيتا للتحلية بديلاً عن استعمال محلول متوازن يحتوى على α ، B ويحتوى على نفس التركيز ، وخاصة أنه يستبعد الفرق الطفيف بواسطة الاستقطاب السريع الذى يحدث .

الخواص الكيميائية لسكر اللاكتوز :

التحلل المائى :- **Hydrolysis :**

يمكن أن يتحلل اللاكتوز بواسطة أنزيم B-D-galactosidase والذي يطلق عليه lactase أو بواسطة محاليل مخففة لأحماض قوية وتكون نواتج التحليل glucose , galactose بكميات متساوية ولكن التفاعل الجانبي قد يغير من هذه الصور بإنتاج سكريات عديدة oligosaccharides .

ويعتبر اللاكتوز مقاوماً للتحليل الحامضي وفي الحقيقة فإن الأحماض العضوية مثل حامض الستريك والتي يمكنها تحلل السكروز ليس في مقدورها أن تحلل اللاكتوز تحت نفس الظروف ويعتبر ذلك مفيداً عند تحليل مزيج من هذين السكرين حيث يمكن تقدير كمية السكروز بمدى التغير في الدوران الضوئى أو قوة الاختزال نتيجة للتحلل الحامضى المتوسط وتختلف سرعة تحلل اللاكتوز مع الوقت ، درجة حرارة تركيز المواد المتفاعلة كما يبين الجدول التالي رقم (٢٥) .

Table (25) Hydrolysis of Lactose by acid						
Lactose in solution %	HCl/1000gm Lactose solution mole	Heating condition °C	min	Lactose hydrolyzed %	Velocity constant Kª × 104	Calculates time to invert 99.5% min
33.6	0.034	130	36.0	82.0	476	111.3
29.0	0.023	130	58.8	79.7	271	195.4
28.4	0.023	140	30.0	84.5	622	85.3
23.2	0.019	165	8.2	79.0	1904	27.8

ويحدث أثناء التحلل ، نقصاً متقدماً في الاكتوز والهكسوزات المتكونة حديثاً والتي تتحد خلال تفاعلات التركيز ، كي تكون سكريات عديدة Oligosaccharides بعملية تسمى التحول Reversion .

وهناك اختراع حديث ، وهو استعمال طريقة التبادل الأيوني للرزين resins على شكل ايدروجين ، كي تحلل محاليل اللاكتوز على درجات حرارة عالية . ويعتبر ذلك نفس الأساس مثل التحلل الحامضي ، ولكن يعتبر المحصول الناتج أكثر جودة .

ويعتبر الـ Beta-D galactoosidase ، أو اللاكتيز Lactase منتشراً في الطبيعة ، حيث وجد في أنسجة الحيوانات الراقية وفي الخمائر ، وفي البكتريا ، في الطيور وفي النباتات . ويعتبر وجود الجالاكتوز مانعاً للتحلل الإنزيمي للاكتوز ، ولكن الجلوكوز لا يفعل ذلك . وتسبب زيادة تركيز الأنزيم أو درجة الحرارة زيادة في نسبة التحلل . ومع ذلك لا يعتبر التفاعل قاصراً على التحلل البسيط مع إنتاج جلوكوز وجالاكتوز ، ولكنه يكون مصحوباً بتكوين مباشر للعديد من السكريات العديدة Oligosaccharides . وهذه تبقى غير متغيرة لمدة ١٢ ساعة على الأقل بعد تحلل جميع اللاكتوز . وتتكون فقط آثار من السكريات العديدة في محاليل مخففة من اللاكتوز ولكن تتكون نسبة كبيرة في التركيزات الاعلى لحد ٣٥% .

هذا وقد أمكن التعرف على ١٠ سكريات عديدة Oligosaccharides أثناء تحلل اللاكتوز انزيما . وثلاثة منها أمكن التعرف عليها مثل :

6-O-B-D galactopyranosyl-D galactose.

6-O-B-D- galactopyranosyl- D- glucose, 3-O-B-D- galactopyranosy L-D- glucose

ويدخل الجالاكتوز في تكوين السكريات العديدة ، والتي تفسر التركيز المنخفض للجالاكتوز الطليق ، عن الجلوكوز الطليق أثناء التحلل . وتوجد سكريات عديدة متشابهة في أمعاء الفأر المغذى على مواد غنية في اللاكتوز .

وللتحليل الانزيمي للاكتوز فائدة في أنه ينقص من تركيز اللاكتوز في اللبن أو منتجاته دون تأثير على البروتينات ، والذي لا يمكن عمله مع الحامض .

وقد وجد أن تحلل جزء من اللاكتوز يعتبر طريقة مجدية لتأخر تبلور السكر وبالتالي تحسين ثبات الألبان المركزة المجمدة .

التشقق Pyrolsis

هناك شبه عدم اتفاق على درجة الحرارة التي عندها يمكن تسخين الفاهيدريت بأمان دون فقد جزيئه من الماء . وقد أظهرت قياسات الضغط البخاري على أن الماء يمكن فقده عند ٨٥°م (١٤,٠مم زئبق) وحتى عند ٨٠درجةم (١٠,٤ مم زئبق) على رطوبة منخفضة جداً ، ويفقد ماء التبلور كلية تقريباً من المسحوق بعد بضعة أيام على درجة حرارة ١٠٠°م وعند ١٣٠°م يفقد الماء بسرعة فيعطي ارتفاع فى محتوى البودرة اللامائية وعند ١٥٠-١٦٥°م ، يصبح اللاكتوز أصفر ، وعند ١٧٥°م يصبح اللاكتوز بنيًا ، ويعطي رائحة خاصة كما يفقد حوالي ١٣% من وزن الأصلي وتنتج السكريات اللامائية glycosans من اللاكتوز أو الجلوكوز والجالاكتوز، وذلك بنزع الماء من اللاكتوز والجلكوز ، الجالاكتوز نتيجة للتسخين تحت تفريغ أو التقطير الكامل Destructive distilation .

ومن أهم التغيرات الناجمة عن تسخين المنتجات اللبنية ، والتي تحتوى اللاكتوز هي التغيرات الخاصة باللون البني Browing ويعتبر إنتاج اللون البني من نوع تفاعل Maillard ونوع السكر - الأميني ، أكثرها حدوثاً ، حيث يلزم لها طاقة Energy منخفضة نسبيًا للتنشيط ، كما تعتبر تلقائية التحفيز Autocatalytic .

ويحتاج التكرمل المباشر من ناحية أخرى ، إلى طاقة أكبر للتنشيط ولذا يعتبر أقل أهمية . ومع ذلك يمكن اقتفاء أثر ك أ٢ الناتج عن تعقيم اللبن كدليل لتكرمل اللاكتوز .

وهناك اتحاد في تفاعل ميلارد ، بين الأحماض الأمينية بالبروتينات والسكريات المختزلة حيث أن تكوين معقد السكر ومجموعة الأمين Amino – sugar – complex أو تكوين N-glycosidic substances ، ثم إعادة ترتيب Amadori rearrangement ، والتى اعتبرت إحدى الممرات في هدم الكربويدرات . وتعتبر أول خطوة هي استبعاد الماء من المجاميع

المختزلـة للسكر ، ومجموعـة الأمنيـو مـن المركـــــبات الأمنيـة ، فتعطى Schiff.s base والتي تكون بالتالي Amadori 1-Amino-1 deoxy-2 ketose rearrangement product ثم تتحـول إلى 1,2 eno from وتفقـد مـاء فتكـون 5-hydroxymethylfurfural ويحـدث تفاعـل تجزئـي أو ، Fragmentation reaction وتتكون جزئيات من السكر .

ويعتبر اللاكتوز والكازين هما طرفي التفاعـل الأساسـيين Reactants في ظهور اللون البني بالمنتجات اللبنية . وقد تدخل بروتينات الـشرش في بعـض الأحوال إذ إن الشرش المجفف يدكن لونه بـسرعة أكـبر ولدرجـة أكـبر عـن اللبن المجفف ، على حين أن شرش المنفحة السائل مقاوم لظهور ذلك اللون وقد ظهر أن من أكثر المركبات تأثير على التفاعل في النظام النموذجي Model system إذا لم يكن فى اللبن هى الفوسـفات والأكـسجين والمعـادن ومركبـات مثـل الاسـتالدهيد Methyl glyoxal, 5- hydroxyl methylfurfural وإلى جانـب وجود جزء كبير من اللون البني فإن معقد البروتين - كربوهيدرات أو نـواتج تحلله تؤدي إلى إنتاج مواد مختزلة ، أو مواد لها خاصية الـ fluorescent ومـواد ذات روائح غير مرغوبة وفي الحقيقة فإن هناك كثير من المـواد يمكـن أن تنتج مثل :

Furanics, lactones, pyrozines, pyridines, acelyl pyrrole, amides, succinamide, glutarimide, carboxylic acids, acetone, heptanone and maltol.

وقد وجد أن هناك كثير من المركبات تمنع التفاعل البني وفي المنتجـات اللبنية فإن مجاميع السلفاهيدريل النشطة تعمل كمواد مانعة تؤخر ظهور اللون البني ولكـن لا تعـرف ميكانيكيـة ذلـك علـى وجـه التحديـد . كـذلك فـإن بيكبرتيد الصوديوم Na bisulfite ، ثاني أكسيد الكبريت والفلورمالدهيـد تمنـع ظهور اللـون الـبني في النظـام اللـبني والمحاليـل البـسيطة للأحمـاض الامينيـة والسكريات ويمكن التحكم في ظهور اللون البنى فى المنتجات اللبنية بتحديـد المعـاملات الحراريـة ، والمحتويـات مـن الرطوبـة ووقـت ودرجـة حـرارة

التخزين . ولظهور خاصية اللون البني Browing تأثير ضار على القيمة الغذائية لمنتجات الألبان بسبب التفاعل الحادث بين البروتين والكربويدرات .

وقد سبب ذلك التفاعل تلف الأحماض الأمينية الأساسية وخاصة الليسين والهستدين أثناء التخزين ، وظهور اللون البني في اللبن الفرز المجفف ذات نسبة الرطوبة المرتفعة (٧,٦%) ولكن لم تتلف الخواص الغذائية للمسحوق ذات نسبة الرطوبة المنخفضة (٣%) واختزال البيتا لاكتوجلوبيوين مع اللاكتوز فى الحالة الجافة (١٠% رطوبة) ينتج عنه درجات مختلفة من تحطم الليسين ويعتمد ذلك على درجة الحرارة والوقت ، ولا يتحطم أى من الأرجنين أو الهستادين أو الأحماض الأمينية الحامضية أو المتعادلة بواسطة المعاملة الحرارية (من صفر على ٩٠°م) .

الأكسدة Oxidation

تختلف نواتج أكسدة اللاكتوز تبعاً لعامل الأكسدة المستعمل وكذلك الظروف التي يتم عندها التفاعل ، ولا يتفاعل اللاكتوز بطريقة خاصة ، ولكنه يتبع تفاعلات الأكسدة العادية للسكريات وقد تتأكسد مجموعة الكربونيل اختيارياً إلى مجموعة كربوكسيل كي تكون حامض Aldobionic ، Lactobionic . ويحدث هذا التفاعل الهام ، مثلاً عندما يقاس قوة اختزال اللاكتوز مثلا اختزال محاليل النحاس القاعدية ، كما هو الحال في محلول Fehlings أو Benedict,s وتسبب الأكسدة بالبروم في وجود محلول منظم مناسب ، إنتاج حامض Lactobionic ، ولكن في غياب المحلول المنظم ، فإن حامض hydrobromic المتكون يسبب التحلل ، ومع الأكسدة المتتالية فيعطي أحماض D-gluconic, D-galactonic .

تسبب بعض الميكروبات الهوائية وخاصة الجنس Pseudomonas والطحالب والخمائر ، أكسدة اللاكتوز إلى حامض Lactobionic دون تحليل إلى سكريات أحادية كما أن انزيم Lactase dehydrogenase يؤكسد اللاكتوز

إلى Lactobionic -δ-lactone في وجود قابل مناسب للايدروجين . وهذا الأخير يتحلل بدوره بواسطة انزيم آخر Lactonase إلى حامض Lactobionic .

وتسبب المعاملة بحامض النيتريك أكسدة الـ D- galactose, D-gluose إلى أحماض ثنائية الكربوكسيل على التوالي D-galataric (mucic) and D-glucaric (saccharic) فإن كان الحامض مركزاً بدرجة كافية أو ساخناً فقد يسبب أكسدة أكثر إلى حامض carbonic, oxalic, racemic, tartaric وتكون الأكسدة كاملة إلى ك أ٢ ، يد٢ بواسطة محلول قلوي من برمنجنات البوتاسيوم أو باستخدام مواد مساعدة مثل Cerous hydroxide وكبريتات الحديدوز وكبريتيت الصوديوم كذلك تسبب الأكسدة البيولوجية تحول اللاكتوز إلى نواتجه النهائية (ثاني أكسيد الكربون والماء) كذلك تتأكسد السكريات بسهولة والألدوزات وتكون أحماض أحادية وأحماض ثنائية القاعدة monon and dibasic ذات العدد الأصلي من ذرات الكربون ،وتكون الكيتونات التى تكون أقل في عدد ذرات الكربون .

جدول (٢٧) الأحماض الناتجة كنواتج أكسدة السكر الأحادى

نواتج الأكسدة من الأحماض			السكر
COOH (COOH) COOH Saccharic Monosaccharic Mucic acid	CHO (CHOH)4 COOH Glucuronic acid Mannonic Galacturonic	COOH (CHOH)4 CH2OH Gluconic acid Mannonic acid Galactionic	CHO (CHOH)4 CH2OH Glucose Mannose Galactose

ويستعمل بعض هذه الأحماض السابقة في المنظفات الحامضية ، وخاصة في غسل أقساط اللبن . وتستعمل Saccharic ليضفى طعماً لاذعاً مقبولاً على المثلوجات والمشروبات Ices & Sherbets أما Galacturonic ، فيوجد في كثير من النباتات الصمغية ، كما تعتبر الجينات الصوديوم ، إحدى المواد المثبتة في المثلوجات ، وتعتبر Polymer لحامض Mannuronic .

أما في الوسط الحامضي وبالتسخين ، فإن البنتوزات (السكريات الخماسية)

تكون فيرفيورال ، والهكسوزات (السكريات السداسية) تكون ايدروكسيل ميثيل الفيرفيورال أو حامض فورميك .

وعند تسخين اللاكتوز إلى ما بين ١١٠-١٣٠م ، تفقد بلورات اللاكتوز ماء ، ويصبح اللون أصفرا فوق ١٥٠°م ، وتصبح بنية اللون Brown على درجة حرارة ١٧٥م درجة مكونة Lacto caramel . وغالباً لا يحصل للبن ومنتجاته كرملة للاكتوز ، حيث لا تصل درجة حرارة التسخين إلى النطاق السابق ذكره : وهذا ما يجعلنا ندرك الحقيقة أن الخواص الطبيعية لمكونات اللبن ، تختلف عند اتحادها مع مكونات أخرى باللبن عنه إذا ما وجدت في حالة منفردة وبحالة نقية فمن المعروف أنه عند تسخين اللاكتوز بلطف مع قواعد آزوتية مثل النوشادر ، أو بعض الأمينات أو الأحماض الأمينية ، وأي منها موجود باللبن المسخن ، تتكون نواتج اللبن البني المعقدة . ويتوقف تركيب تلك النواتج على حسب درجة حرارة التسخين ن وووقت الحفظ . وهذا ولا يتاثر اللين المبستر كثيرا ولكن يحدث التاثير فى حالة الألبان المعقمة والألبان المكثفة .

وفى الظروف القلوية وفى غياب الأكسجين تتكون حالة Enol isomerism فى كلا من السكريات الألدهيدية والكتيونية ، مما يجعل فى الإمكان تحويل كل من السكريات الآتية بعضها على بعض d- fructose ، d- manose ، d- glucose بحيث يكون التركيب فقط فى ذرات الكربون ١ ، ٢ كما يلى :

H-C=O H-COH	H-C=O HO-CH	H_2COH C=O	H-C-OH C-OH
d-glucose	d-mannose	d-fructose	Enol form common to all three

ويتم تحول إحدى هذه السكريات على الأخرى عن طريق التحول الداخلى بينها بحيث ياتى وقت يكون هناك مزيج من الثلاث سكريات فى حالة إتزان ، ولهذا التحول أهمية من الناحية التطبيقية نظرا لإختلاف درجة

حلاوة هذه السكريات . فالركتوز أكثرها حلاوة فعند البدء بهذا السكر نجد أنه يحدث فقد فيالحلاوة بتقدم عملية التحول الداخلى Interconversion . وعلى العكس من ذلك عند البدء باجلوكوز يحدث زيادة فى الحلاوة بتقدم عملية التحول الداخلى حيث أن الجلوكوز اقلها حلاوة - ويستفاد من ذلك بزيادة حلاوة شراب سكر الذرة .

أما فى وجود الأوكسجين وفى وجود المحاليل القلوية يتحلل أو يتحطم السكر وينتج قطعا أو أجزاءًا .

وممكن أن يحدث إعادة ترتيب لهذه القطع وتتكون منها مركبات أكثر ثباتا . أو يحدث لها أكسدة واختزال Cannizaro reaction ، أو يحدث لها تجمع Polymerization أو تتأكسد بالأكسجين الجوي ويساعد على الأكسدة وجود العوامل المساعدة مثل النحاس . ولذلك أهمية عملية في صناعة الألبان ، فعند زيادة معادلة المنتجات اللبنية ثم التسخين يعطى مخلوط المثلوجات لوناً داكناً باهتاً كما أن أي زيادة في رقم الـ pH ، يعطي لوناً كراملياً داكناً في اللبن المكثف دون تغير في درجة الحرارة . وفي حالة الألبان المركزة المحلاة ينتج لون كرمالى داكن عند إضافة الجلكوز حتى دون معادلة الحموضة ما لم يضاف الجلكوز أخيراً في نهاية العملية ، متبعاً بالتبريد السريع . وقد وجد أن معاملة اللبن بالفورمالدهيد تمنع ظهور هذا اللون . ويرجع ظهور اللون البنى أو التكرمل إلى تفاعلات تحدث ما بين مجاميع الأمنيو NH_2 للبروتين ومجموعة الألدهيد الحرة للسكريات أو نواتجها . ويعتبر وجود الفوسفات في اللبن عامل مهم إذ المعروف عن الفوسفات أنها تساعد على أكسدة السكريات حيث وجد أن فوسفات الصوديوم الثنائية Na_2HPO_4 تساعد في أكسدة الجلكوز إلى ك أ٢ ، وماء بواسطة يد٢أ٢ . ولذلك أهمية عملية عند تجفيف اللبن لتقدير الجوامد الصلبة به ، وكذلك لتكوين اللون المتكرمل في كثير من العمليات التصنيعية فمثلاً في حالة منتجات من الجبن المحتوى على الشرش المركز (وما به من اللاكتوز) وكذلك عند تقدير المواد الصلبة هذا ومن المعتقد

أن نواتج تحلل البروتين هي إحدى مكونات هذا اللون كذلك عند تعبئة الجبن ساخناً ودون تبريد أو التأخير في عملية التبريد يصبح لونه داكناً وغالباً ما يكون ذلك ملحوظاً على بعد ١/٤ - ١/٢ بوصة من السطح ويعزى غياب اللون الداكن على السطح أن سرعة التبريد تمنع التغير في اللون .

الاختزال Reduction

يعتبر التأثير الأول للاختزال Hydrogenation للسكر الألدهيدى ، هو تحويل مجموعة الألدهيد الطرفية إلى مجموعة كحول . وما اتتخذ احتياطات مانعة يتبع ذلك تغيرات تحليلية وتجزيئية Degredation فتنتج كحولات أبسط ومواد أخرى فمثلاً املجمات الصوديم Na Amalgam المستعمل كعامل اختزال يعطي مزيجاً محتويات على Dulcitol لاكتات الصوديم ايسوبروبانول ، ايثانول ، هكسانول . أما املجمات الكالسيوم Ca Amalgam المستعمل في جو من ك٢ لمنع التفاعلات الثانوية فيعطي كحول لاكتوز متبلور لاكتيول 4-O-B-D-galatopyranosyp - D-glucitol Lactitol هذا ومن الممكن إنتاج Lactitol بالاختزال الكهربائي لمحلول مائي محمض للاكتوز ، وهي طريقة مشابهة لتلك المستعملة في إنتاج السربيتول Sorbitol من الجلوكوز .

التخمر

يتعرض سكر اللاكتوز لنوعان من التخمرات **النوع الأول** يسمى التخمر اللاكتيكي. ففي هذا التخمر تعمل بكتريا حامض الاكتيك على تحول جزء من سكر اللاكتوز إلى حامض لاكتيك يتضح ذلك من المعادلة الآتية :

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{H_2O} 2C_6H_{12}O_6 \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{H}{|}}{\overset{\overset{O}{|}}{CH}}-COOH$$

إن المعادلة السابقة لا تمثل بالضبط ما يحدث عند تخمر اللاكتوز حيث إن مركبات أخرى عديدة تنتج من فعل البكتريا ولقد أن جراماً واحداً من سكر اللاكتوز ينتج ١٠٠ جم حامض اللاكتيك . وتتجلى أهمية هذا التخمر في صناعة التخمرات وبعض أنواع الأجبان .

والنوع **الثاني** يسمى بالتخمر الكحولي وهذا النوع يتم بواسطة الخمائر وفيه يتحول اللاكتوز إلى كحولي اثيلي وثاني أكسيد الكربون وذلك كما في المعادلة الآتية :

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow[\text{اللاكتيز}]{\text{انزيم}} 2C_6H_{12}O_6 \longrightarrow CO_2 + CH_3CH_2-OH$$

ثانى أكسيد الكربون   كحول الايثايل

تأثير الميكروبات على سكر اللبن :

عندما يترك اللبن عند درجات حرارة مناسبة (٢٥°م -٣٧°م) فإن حموضته ترتفع تدرجياً ، حتى إذا وصلت إلى ٠,٦ - ٠,٧ % فإن اللبن يتجبن (تخثر الكازين) لوجود ميكروبات حمض اللاكتيك Lactic acid producing organisms التي قد تصل إلى اللبن عن طريق التلوث أو تضاف على صورة بادئات نقية حيث تفرز تلك الميكروبات أنزيمات خاصة تحول اللاكتوز إلى حمض اللاكتك الذي يسبب الطعم الحمضي للبن أما الرائحة الحمضية فيسببها انفراد بعض المركبات الطيارة ذات الروائح القوية أثناء تخمر اللاكتوز مثل أحماض الخليك والبروبيونيك والبيوتريك .

استخدامات اللاكتوز :

١- يمكن استخدام اللاكتوز في بعض الأغراض الطبية حيث يستخدم في تحضير المضادات الحيوية مثل البنسلين . كما يستعمل في تغليف حبوب الأدوية ، وكذلك في تحوير ألبان الأطفال الصُناعية بزيادة نسبته في لبن الأبقار لكي يماثل لبن الأم (لاكتوز لبن الأم ٦,٩%) .

٢- لوجود اللاكتوز أهمية خاصة بيولوجية إذا يستلزم تكوين اللاكتوز في الغدد اللبنية ضرورة تكوين الجالاكتوز من الجلوكوز ولا توجد أي غدة أخرى بالجسم لها القدرة على هذه الخاصية ، وتتضح أهمية الجالاكتوز في أنه يدخل في تركيب المخ والأعصاب ولهذا يرى بعض العلماء ضرورة إمداد الجسم ، في المرحلة الأولى من العمر باحتياجاته من الجلاكتوز .

٣- اللاكتوز له تأثير كبير على طبيعة التخمر في القناة الهضمية إذ يتميز بأنه لا يمتص بسرعة مثل السكريات الأخرى ولذا يظل مدة طويلة في القناة الهضمية وتصل منه إلى الأمعاء الغليظة نسبة عالية ثم يحدث له بعد ذلك تخمر في الأمعاء الغليظة ونتيجة هذا التخمر في الأمعاء الغليظة تسوّد بعض أنواع الميكروبات الحمضية وبذلك يزداد التخمر الحمضي الذي يقضى على التخمر التعفني .

٤- يساعد اللاكتوز على امتصاص الأمعاء للكالسيوم والفوسفور والماغنسيوم وحفظها في الأنسجة ولهذا يندر إصابة الرضيع الذي يتغذى على لبن الأم بالكساح رغم قلة المواد المعدنية فيه عن اللبن البقري ويرجع هذا إلى زيادة ما يحتويه لبن الأم من اللاكتوز .

جدول (٢٨) صفات سكر اللاكتوز

الصفات	لاكتوز مائي Hydrated lactose	لاكتوز لا مائي Anhydrous lactose
١- الوزن النوعي	١,٠٥٤٥	١,٥٩
٢- الاستقطاب النوعي	+ ٨٩,٤	٣٥+
٣- حرارة التكوين (كالوري/ جرام)	٥٣٥,٦	٦١٠,٨
٤- الحرارة النوعية	٢٩٩	٢٨٩٥

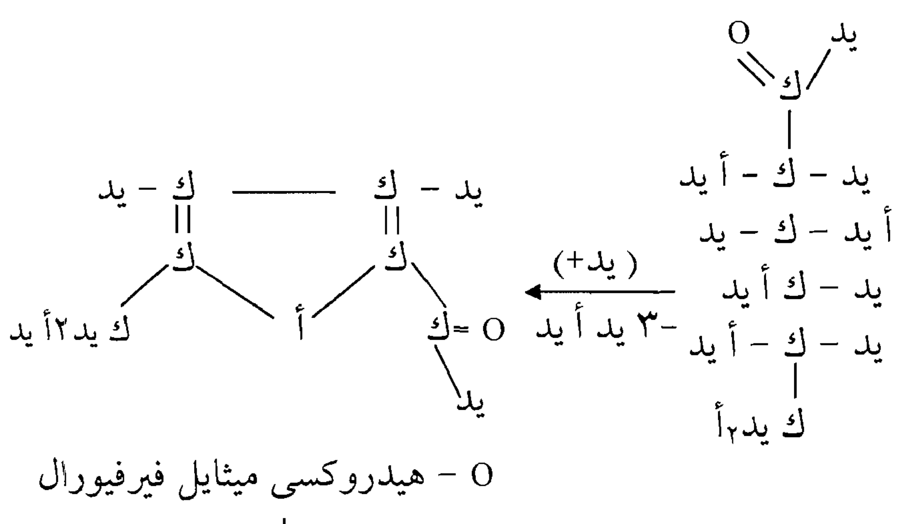
ويختزل اللاكتوز محلول فهلنج ومحلول بندكت ولكنه مثل باقي السكريات الثنائية لا تختزل محلول بارفويد ومحلول خلات النحاس في حمض الخليك) كما أنها تختزل محلول نترات الفضة النوشادري .

- **تأثير عملية البسترة على سكر اللاكتوز :**

البسترة ليس لها تأثير يذكر على اللاكتوز (سكر اللبن) ولكن التسخين على درجات حرارة عالية ولمدد طويلة يؤدي إلى تحلل اللاكتوز مع إنتاج بعض الأحماض العضوية وهذا التأثير لا يلاحظ على درجات الحرارة والمدد المستعملة في بسترة اللبن .

تأثير التعقيم على سكر اللاكتوز :

قد يحدث تحلل اللاكتوز على درجات الحرارة العالية مع إنتاج أحماض عضوية مثل واللينولينك والفورميك ويكون إنتاج هذه الأحماض بطيئاً جداً على درجة حرارة تصل إلى ١٩٤°ف ثم تزداد بعد ذلك زيادة سريعة كلما ارتفعت درجة الحرارة وعليه فزيادة المعاملة الحرارية تؤدي إلى زيادة الحموضة في اللبن حيث يتحلل اللاكتوز إلى جلوكوز وجالاكتوز وكل منهما ينتج النواتج الآتية كما فى المعادلة :-



غليان | يد+

يدأ - ك - ك - ك - ك - ك - يد + يد ك أأ يد

حمض لفيولينك   حمض فورميك

تأثير التعقيم على سكر اللاكتوز

تأثير الحرارة على اللاكتوز :

- عند تسخين اللبن يصفر لونه كما يحدث في صناعة اللبن المكثف والمجفف ويعزى التغيير في اللون إلى اتحاد اللاكتوز بالأحماض الأمينية المنفردة وتكوين مركبات ذات اللون الأصفر .

- ك أ يد٢+ يد٢ن ——◄ ك يد٢ = ن+يد٢أ

وإذا سخن محلول اللاكتوز فوق درجة ١٧٥°م ثم يصبح لونه بني قاتم ذو رائحة خاصة ويفقد ١٣% من وزنه وتتكون في هذه الحالة كتلة سمراء تسمى (lactocaramel) .

الأهمية البيولوجية للاكتوز :

- لوجود اللاكتوز في اللبن أهمية خاصة ؛إذ يستلزم تكوين اللاكتوز في الغدد اللبنية تكوين الجالاكتوز من الجلوكوز هذا ولا توجد أي غدة أخرى في الجسم لها القدرة على هذه الخاصية . يوجد الجالاكتوز في المخ cerbrosoides وفي الأعصاب Medullary sheaths of the nerves ويقترح ؛أن وجود اللاكتوز في اللبن وضعته الطبيعة لا مداد الجسم بكمية كافية من الجالاكتوز في الأطوار الأولى لتكوين المخ. وللاكتوز تأثير كبير على طبيعة التخمر في القناة الهضمية ففي وجود كربويدرات ؛ يزيد التخمر الحامضى ؛ وهذا يعطل أو يستبعد التخمر التعفني Putrid Fermentation كذلك يشجع وجود الـ pH المنخفض ؛نتيجة للتخمرالحامضى ؛ تمثيل الكالسيوم والفسفور ولهذا ويعتبر وجود اللاكتوز في الغذاء له هذا التأثير . ولا يمثل اللاكتوز بسرعة مثل السكريات الأخرى وبذا تظل مدة طويلة في القناة الهضمية وقد أعزى ذلك سابقا إلى قلة ذوبان اللاكتوز ولكن هذا غير صحيح ؛ حيث أن اللاكتوز يوجد على حالة ذوبان على أي حال ولكن السبب هو بطء تحلل اللاكتوز داخل القناة الهضمية . ونسبة امتصاص الجالاكتوز من القناة الهضمية أكبر من الجلوكوز هذا وقد وجد أن نسبة الامتصاص تكون على النحو التالي :-

جالاكتوز- جلوكوز - فركتوز - مانوز - زيلوز - ارابينوز .

العوامل المؤثرة في مستوى سكر اللبن :

يتأثر مستوى اللاكتوز في اللبن بعوامل وراثية وبعمر الحيوان ومرحلة الحليب . وبالظروف الجوية . وهى نفس العوامل الرئيسية التي تؤثر في مستوى المواد الصلبة اللادهنية . ولقد لوحظت تغيرات وبشكل واضح في مستوى اللاكتوز في اللبن مع فصول السنة وزيادة الإدرار مع انخفاض بسيط جدا أثناء قلة الادرار .

إن تركيز اللاكتوز في السرسوب (اللبأ) منخفض يرتفع بعدها بشكل حاد خلال أيام قليلة ويصل إلى نهايته القصوى خلال شهر تقريبا من الولادة ، يبدأ بعدها في الإنخفاض وبشكل بطيء في البداية ثم بسرعة في النصف الثاني من فترة اعطاء اللبن (فترة الحليب) . هذا وينخفض تركيزه بعض الشيء بزيادة عدد الحلبات . وأن تأثير تغير درجة حرارة الجو المحيط بالحيوان في اللاكتوز هو أقل منه في حالة الدهن أو البروتين والظاهر ان كمية اللبن ونسبة اللاكتوز تبدأ بالانخفاض بارتفاع درجة الحرارة عن ٣٠°م وان درجة الحرارة المنخفضة وحتى تحت الصفر بقليل ليس لها تأثير في نسبة هذا السكر في اللبن .

ويختلف اللاكتوز عن كل من الدهن والبروتين في أن تأثر تركيزه في اللبن يكون أقل عند حدوث تقص أو زيادة في الطاقة أو البروتين في العليقة ففي أحد التجارب رفعت الطاقة إلى ١٣٥٪ عن تلك المطلوبة مع عدم تغيير في البروتين فلم تلاحظ زيادة للاكتوز اللبن ولكن هذا حدث عندما جعلت النسبة ٢٥٠٪ أما النقص غير المفرط في الطاقة فلم يلاحظ له تأثير في مستوى اللكتوز كذلك ومثل هذا يمكن قوله عن تأثير البروتين في عليقة الحيوان على السكر فعدا الحالات المفرطة .فإن التأثير يكون ضئيلا جدا .

وارتفاع تكون حامض البروبيونيك يؤدي إلى رفع نسبة السكر في اللبن ففي تجارب تم فيها ادخال حامض البروبيونيك والخليك في اوردة الحيوان حصل على زيادة بسيطة في نسبة اللاكتوز في كمية الحليب الناتجة وهذا يعني ان من الصعب تغيير مستوى اللاكتوز في الحليب باعطاء الحيوان أحماض دهنية .

كما أن تغير مستوى جلوكوز بلازما الدم بسبب اعطاء مثل تلك الأحماض الدهنية لم يلاحظ له انعكاس على تخليق سكر اللاكتوز وانما حدث ذلك عندما كان هناك انخفاض حاد فقط في سكر الجلوكوز فى الدم اذ تبع ذلك انخفاض في تخليق اللاكتوز . وفيما يختص بتأثير المرعي فإن نسبة السكر

لم تتأثر عند ترك الحيوانات في المراعي لكنها تأثرت لدرجة ضئيلة جدا عندما كان غذاؤها السابق غير كافي .

وعكس هذه الحالة فان ارتفاعا بسيطا لوحظ في نسبة السكر عند نقل الحيوانات من الرعي الى التغذية على العليقة الشتوية وهذا متوقع لأنه في اواخر ادوار الرعي تكون هناك نقص في البروتين والطاقة في غذاء الحيوان والذي توفره الأعلائق الشتوية .

- كما ان تغييرمستوى جلوكوز بلازما الدم يسبب إعطاء تلك الأحماض الدهنية لم يلاحظ له انعكاس على تخليق سكر اللاكتوز وإنما حدث ذلك عندما كان هناك انخفاض حاد فقط في سكر الجلوكوز إذا اتبع ذلك انخفاض في تخليق اللاكتوز .

إن احتواء غذاء الأبقار على نسبة عالية من الألياف يؤدي الى خفض امتصاص العناصر الغذائية وبالتالي خفض الطاقة وقد وجد أن القشور المحيطة لبذور الكاكاو أدت إلى خفض كل من كمية الحليب ونسبة اللاكتوز فيه كما ان هناك بعض العوامل الأخرى التي تؤثر على نسبة اللاكتوز في اللبن وهي :

١- تتناسب نسبة اللاكتوز في اللبن مع كمية الإدرار تناسبًا طرديا .
٢- تقل كمية اللاكتوز نسبيا في نهاية فترة الحليب (مرحلة الجفاف) .
٣- يقل اللاكتوز بنسبة كبيرة في حالات الإصابة بإلتهاب الضرع .

- **صناعة اللاكتوز من الشرش** :-

يحضر اللاكتوز من شرش اللبن ؛ وذلك بغلي الشرش لتجبين الالبيومين والجلوبيولين وفصلهما بالترشيح ثم يركز الشرش الخالي منهما بغليه تحت تفريغ (أي في جو مخلخل) حتى يتشبع المحلول باللاكتوز ؛ وعند تبريده تنفصل منه بلورات اللاكتوز ويستعمل اللاكتوز في تحوير ألبان الأطفال الصناعية لزيادة نسبته بلبن الأبقار كي تقرب نسبته من نسبته فى لبن المرأة وفي الأغراض الطبية مثل تغليف حبوب الأدوية به وغير ذلك .

- **صناعة اللاكتوز التجاري** :-

تحتاج صناعة اللاكتوز إلى مقادير كبيرة من الشرش قد لاتتوافر في كثير من الجهات ويحتوي الشرش في المتوسط على نحو ٦,٦% تقريبا لاكتوز و ١,٦% بروتينات وأملاح لبن وآثار من الدهن .

وتذكر فيما يلي بعض طرق صناعة اللاكتوز الخام من الشرش - استخلاص اللاكتوز الخام من الشرش الناتج من تخثر اللبن بواسطة حامض الهيدروكلوريك .

يرسب الكازين من اللبن الفرز بإضافة حامض الهيدروكلوريك اليه بأنه يضاف لكل ١٠٠٠رطل من اللبن الفرز مقدار ٢,٤٦ لتر حامض كلوروديك مركز تخفف بالماء بنسبة ٨ أجزاء ماء إلى ١ جزء منه قبل إضافتها إلى اللبن الفرز مباشرة ولذا يصل الشرش على هذا النحو pH٤,٢ .

ينقل الشرش الناتج إلى صهاريج حديدية ويسخن بالبخار الحي بتسليطه داخله ثم يعادل بلبن الجبر بإضافته تدريجيا لحين الوصول بالشرش الى pH ٦,٢ ؛ يتبع بعدها تسخين الشرش حتى قرب درجة الغليان ولذا يتجبن الالبيومين الذي يطفو ويكون طبقة متماسكة على السطح يسحب بعدها الشرش الصافي من قاع الصهريج مع الاحتفاظ بالألبيومين المترسب للاستفادة به فيما بعد ويوجه الشرش الصافي إلى حلل التفريغ لتبخيره .

التبخير والترشيح :-

يكثف الشرش الصافي المعادل تحت تفريغ حتى يصل تركيزه إلى ٢٠م بومية . يسحب بعدها ويرشح خلال مرشح أما وحل البروتين فيرشح كذلك بنفس الكيفية ويضاف السائل الناتج من ترشيحه إلى باقي الشرش المكثف أو ما يعرف في هذه الخطوة باسم شراب الشرش

التبخير الثاني والتحبيب والبلورة :-

يعاد تكثيف الشرش المرشح ثانية بحلة تفريغ واحدة فتملأ الحلة بالشرش السابق تكثيفه نوعا (أو شراب الشرش) حيث تعمل نوبات

اللاكتوزالتي تكون قد تكونت على أن تتكون عليها بلورات مناسبة كبيرة الحجم وتتابع الخطوه الأخيرة من عملية التكثيف (وهو ما يعرف بعملية التحبيب) بطيئا حتى تتكون بلورات مناسبة كبيرة الحجم وعندما يصل التركيز إلى ٤٠يومية يعمل على أن تسقط محتويات حلة التفريغ من الشرش المكثف (وهو ما يعرف عندئذ باسم الشراب المكثف) إلى أحواض لإتمام التبلورة كبيرة ؛ ويقلب الشراب المكثف بها لمدة ساعة (أو لعدة ساعات) بينما يبرد تدريجيا إلى ٧٠°ف وتمتد ببعض المصانع مدة البلورة في درجة حرارة الغرفة لعدة أيام وذلك لكي يمكن الحصول على بلورات مناسبة كبيرة الحجم .

الطرد المركزي والغسيل والتجفيف :-

عندما يصبح التبلور كاملا يوجه الشراب المكثف أو ما يعرف عندئذ باسم (العصيدة) إلى جهاز طرد مركزي خاص لفرز بلورات اللاكتوز منه وتغسل بلورات اللاكتوز بمخروط الفراز بالماء البارد (الماء الذي تغسل به البلورات يضاف إلى الدفعة التالية من الشرش الأصلي) وتحتوي البلورات عندئذ على نحو ٨-٩٠% من اللاكتوز وإذا لم يكرر اللاكتوز مباشرة فيجب تجفيفه منعا من فساده وتتم عملية التجفيف عادة بوضع اللاكتوز بصوان توضع بنفق تجفيف يمرر به الهواء الساخن ولا تزيد تصافي اللاكتوز الخام (أي غير المكرر) عن ٣,٧٥أرطال لكل ١٠٠كجم شرش .

استخلاص اللاكتوز الخام من الشرش الناتج من تخثر الكازين بالمنفحة :

يبخر الشرش الناتج من تخثر اللبن الفرز بالمنفحة إلى أن يصبح على هيئة شراب خفيف (تركيزه ١٨بومية) قبل أن يضاف إليه لبن الجير والتسخين لفصل الألبيومين وتتابع العملية كما في الطريقة السابقة لاستخلاص اللاكتوز.

استخلاص اللاكتوز الخام من شرش الجبن :

الشرش "الحلو" فقط هو المناسب لاستخلاص اللاكتوز لأن إنتاج اللاكتوز من الشرش يقل سريعا كلما ازدادت حموضته يمرر (الشرش الحلو) خلال فراز طرد مركزي لإزالة ما قد يحتويه من دهن يصبح بعدها الشرش جاهزا لاستخلاص اللاكتوز منه وتتلخص خطوات الصناعة في التالي :-

١- **إزالة الألبيومين** :- يمكن -إذا رغب في ذلك- إزالة الالبيومين قبل التكثيف وفي هذه الحالة يرسب بإضافة حامض خليك ثم التسخين إلى ما يقرب من درجة الغليان غير أن المتبع عادة هو تكثيف الشرش أولا ثم إزالة الألبيومين وأملاح اللبن من الشرش المركز تركيزا شديدا .

٢- **تكثيف الشرش** : يكثف الشرش عادة في حلتي تفريغ في درجة حرارة ٦٠-٧٠م حتى يصل تركيزه إلى ٣٠-٣٢ بومية تبلغ عندها نسبة الجوامد اللبنية نحو ٦٠% .

٣- **البلورة من الشرش** :- عند الوصول إلى درجة التركيز المشار إليها في محتويات حلة التفريغ تسقط في أحواض البلورة التي تتكون عادة من أوعية من الصلب مزدوجة الجدران يتسع الحوض لنحو ١٥٠٠رطل يمرر الماء بين الجدارين ويسمح للشرش المكثف بأن يبرد فيأخذ فى الثخانة ويقلب برقة على فترات وبعد نحو ٢٤ ساعة يصبح على هيئة عصيدة كثيفة صفراء اللون ومحببة تحبيبا خشنا .

تعريض العصيدة للطرد المركزي :

تمرر بعدها عصيا ة الشراب المتبلور خلال فراز الطرد المركزي الخاص بالسكر وبمجرد أن يمتليء مخروط الفراز ببلورات سكر اللبن فإنها تغسل بإمرار الماء البارد إلى المخروط بالدائرة ويوقف بعدها دوران الفراز ويزال سكر اللبن الخام الرطب الذي يبلغ مقداره عندئذ نحو أمن ٣,٨% من

وزن الشرش الأصلي بينما يحتوي الناتج من السكر على نحو ٨٨% لاكتوز .

تكرير اللاكتوز الخام :-

اللاكتوز الخام الذي نحصل عليه بالطرق سالفة الذكر يكون ذا لون أصفر ويحتوي على مقدار كبير من الشوائب ولا سيما الألبيومين الذي لم يتجبن بالحرارة والغرض من عملية التكرير هو تبيض اللاكتوز الخام وإزالة هذه الشوائب والحصول بذلك على اللاكتوز التجاري الأبيض النقى .

- إزالة الشوائب - يعاد إذابة اللاكتوز الخام في مقدار كافي من الماء في درجة ٥٠°م لعمل محلول منه يصل تركيزه إلى ١٣-١٥بومية يحتوي على ما يقرب ٢٤-٢٧%لاكتوز .

وتتلخص الخطوات الأساسية في تنقية اللاكتوز في التالي :

يضاف إلى محلول اللاكتوز الخفيف فحم حيواني (Bon Black) وحامض خليك يسخن بعد ذلك المزيج إلى درجة الغليان ثم تضاف إليه كمية صغيرة من كبريتات الماغنسيوم .وتنتج هذه المعاملة راسبا من البروتين والفوسفات يشبه الزغب يزال بالترشيح (حيث يضغط الراسب ويغسل ويعامل بحامض الكبريتك لانتاج نوع من السماد ترتفع به نسبة النيتروجين وحامض الفوسفوريك القابل للذوبان) واما السائل المرشح الذي يحتوي على اللاكتوز فإنه يبخر في مفرغ حتى يصل تركيزه ٣٥ بومية وهذا يكافي نحو ٦٥% من الجوامد ثم يبلور بعدها المحلول بالطريقة المعتادة ويعرض للطرد المركزي ثم الغسيل بالماء البارد وتعاد عملية التكرير لحين الحصول على اللاكتوز في درجة النقاوة المطلوبة ويجفف الناتج المنقي في مجفف هواء دوار Rotat air dryer إلى أن يمتنع التصاق أجزاء اللاكتوز عند ضغطها بين الأيدي أما اللاكتوز المجفف فيطحن بطاحون يعرف Runner mill وينخل في مناخل مختلفة الثقوب لحين الوصول به إلى درجة لايشعر به معها عند وضعه بين الأصابع .

تصافي اللاكتوز التجاري المكرر :-

تبلغ تصافي اللاكتوز المكرر حوالى ٢٥% من الشرش الأصلي أو نصف مقدار اللاكتوز الذي بالشرش الأصلي . وتعزى تصافي اللاكتوز المنخفضة إلى عدة أسباب أهمها تخمر اللاكتوز وتحوله حامض لاكتيك وانقلاب اللاكتوز inversion of suger أو عدم تمام التبلور الناجم من وجود مركبات أخرى بالشرش والتبخر الخاطيء وصعوبة الغسيل وفقد الشرش أو شرابه أثناء الصناعة نتيجة لتسربه من الأجهزة أو انسكابه منها .

الأهمية العملية لسكر اللاكتوز :

تتجلى الأهمية العلمية لهذا السكر من خلال النواحي التالية:-

١- قيمته الغذائية

٢- أهميته في تصنيع وخواص منتجات الألبان .

٣- سكر اللاكتوز والصناعات الدوائية .

٤- تخمرات سكر اللاكتوز .

٥- تحويله إلى منتجات مهمة صناعيا .

٦- اللاكتوز وتفاعل الاسمرار .

القيمة الغذائية للاكتوز :-

يوجد اللاكتوز في اللبن ومنتجاته على صورتين ضوئيتين وهما ألفا وبيتا -لاكتوز وتتحلل الصورة الأخيرة بسرعة في الأمعاء ولكن نظرا لوجود اتزان في نسبة ألفا وبيتا فإن الصورة ألفا تتحول إلى الصورة بيتا المحافظة على هذا الاتزان .

وامتصاص اللاكتوز من الأمعاء تتم ببطء ولذلك فإن له أثر مسهل قليلا Lxative وخاصة إذا ما أعطى كميات كبيرة ويفسر هذا التأثير على اساس أن انخفاض ال pH نتيجة لتخمر اللاكتوز يزيد من قوة النفع للامعاء .

ويوصف اللاكتوز بأنه مصدر جيد ومناسب للجلوكوز لمرضى السكر نظرا لبطء تأثيره في رفع مستوى السكر في الدم ودون الحاجة إلى إعطاء انسولين للمحافظة على مستوى السكر في الدم ولذلك لا يوجد اعتراض على استخدام اللاكتوز في أغذية مرضى السكر فيمكن تناول كميات تتراوح ما بين ٣٥- ٤٠جم لاكتوز/يوم موزعة على جرعات خلال اليوم ودون تأثير يذكر على مستوى السكر في الدم . وعلى ذلك يمكن لمرضى السكر تناول اللبن ومنتجاته لسد احتياجاتهم من مكونات اللبن الأساسية ذات القيمة البيولوجية العالية .

وهناك تخمرات خاصة تساعد على إيجاد وسط غير ملائم لنمو بعض البكتريا غير المرغوب فيها كالبكتريا التعفنية . بالإضافة إلى أنه يساعد على نمو أنواع البكتريا المرغوب فيها بالأمعاء ويساعد على امتصاص الكالسيوم والفوسفور بالجسم . إن هذا السكر عنصر غذائي مهم فهو مصدر للطاقة الحرارية حيث يزود كل جرام منه الجسم بأربع سعرات حرارية .

حتى إن بعض الأطباء ينصحون بإضافته إلى حليب الأبقار ليصبح مقارباً في تركيب لحليب الأم وتقوم الشركات المنتجة لأغذية الأطفال بإضافته إلى الأغذية التي تنتجها فقد أثبتت التجارب العلمية بأن استهلاك اللاكتوز مع دهن الحليب يعطي نتائج نمو أفضل فيما لو استهلك لوحده كما دلت التجارب على أن هذا السكر يساعد على الاستفادة من عنصري الكالسيوم والفوسفور مما يستبب في بناء أسنان وعظام قوية متينة هذا بالإضافة إلى أنه يساعد الجسم على الاستفادة من بعض الفيتامينات بصورة أفضل أن سكر الجالاكتوز أحد السكرين المكونين لسكر اللاكتوز أن هذا السكر عنصر غذائي مهم فهو مصدر للطاقة الحرارية حيث يزود كل جرام منه الجسم بأربع

سعرات حرارية وهو أيضا مهم في المراحل الأولى من نمو المخ وهنا تظهر أهمية سكر اللاكتوز كمصدر لسكر الجالاكتوز وحيث إنه ليس لسكر اللاكتوز تأثير مسمن كبقية السكريات الأخرى فإن هذا السكر مفضل في تغذية مرضى السكر وتصلب الشرايين والنوبات القلبية .

ويمكن الاستفادة من سكر اللاكتوز في علاج حالات الإمساك إذا استعمل بكميات معتدلة وذلك لأنه يتحلل ببطء في عملية الهضم وأن قسماً منه يصل إلى الأمعاء الغليظة بدون تغير .

إن الإكثار من استهلاك اللاكتوز يسبب الإسهال وأن المشاكل الهضمية التي تعزى إلى سكر اللاكتوز سببها عدم تحلل هذا السكر إلى الجلوكوز والجلاكتوز بسبب عدم وجود أنزيم Lactase اللاكتيز في الجهاز الهضمي وبناء على هذا فإن هذا السكر يصل إلى القولون بدون تغير مسبباً المشاكل الهضمية .

كما أن استمرار استهلاك الحليب يبقى أنزيم اللاكتوز في الجهاز الهضمي وأن الانقطاع عن استهلاك الحليب ينتج عنه اختفاء هذا الإنزيم . ومن المعروف أن الأطفال الرضع لا ينقصهم أنزيم اللاكتيز Lactase .

٢- أهمية سكر اللاكتوز في خواص بعض منتجات الألبان :

إن طعم الحليب المتميز بحلاوة خفيفة يعود إلى سكر اللاكتوز وعند ما تصاب البقرة أو حيوان حلوب بمرض التهاب الضرع تقل كمية سكر اللاكتوز وتزداد على حساب ذلك كمية ملح الطعام (أيون الكلوريد) فيتحول طعم الحليب إلى الطعم الملحي .

إن انخفاض قابلية ذوبان اللاكتوز بالماء وميله لتكوين محايل فوق المشبعة مهم من الناحية العملية لمصنعي منتجات الألبان ففي المحاليل فوق المشبعة توجد كميات أكبر من اللاكتوز مما يبقى اعتيادياً بصورة ذائبة إذا برد هكذا محلول أو إذا أضيف إليه سكر المائدة كما يجري تصنيع الايس كريم أو الحليب المكثف المحلى ينفصل اللاكتوز بهيئة بللورات ألفا لاكتوز ويحدث هذا أيضاً عندما يركز الحليب إلى ما يزيد عن نسبة ١ : ٣ كما في حالة الحليب المركز وأن تكون بلورات من اللاكتوز كبيرة نسبياً ينتج عنه حالة تسمى القوام الرملي sandiness وهنا تكون البللورات صلبة وبطيئة الذوبان وتعطي عند الاستهلاك الشعور بوجود الرمل في الفم .

ولهذا نضاف كمية قليلة من مسحوق الشرش أو من اللاكتوز المسحوق بصورة ناعمة خلال عملية التصنيع أن فاللاكتوز المضاف يكون نويات تتكون حولها بلورات صغيرة الحجم بحيث لا يمكن الشعور بها عند الاستهلاك وعند تصنيع الحليب المجفف سواء بطريقة الاسطوانات أو بطريقة الرذاذ فإن اللاكتوز يوجد بشكل زجاجى أو سائل مركز ويمكن حل هذه المشكلة بالإسراع من عملية التجفيف بحيث لا يتوفر الوقت الكافي لتكون البلورات الكبيرة .

٣- تحويل سكر اللاكتوز إلى مشتقات :

إضافة إلى حامض اللاكتيك والكحول الإيثيلي التي سبق ذكرها يمكن تصنيع اللاكتوز المتحلل مائياً hydrolyze lactone .

٤- سكر اللاكتوز والصناعات الدوائية :

يستعمل سكر اللاكتوز كمادة عالقة وذلك بخلطة مع مكونات الأدوية وكذلك كغلاف للحبوب أضف إلى هذا استعمال اللاكتوز كوسط غذائي لإنماء بعض أنواع الفطريات، المنتجة للبنسلين واستعمال بعض البكتريا لهذا السكر لإنتاج بعض فيتامينات مجموعة B .

٥- سكر اللاكتوز وتفاعل اللون البني :

لدى تعرض الحليب لمعاملات حرارية عالية يدخل سكر اللاكتوز مع البروتينات في تفاعلات الاسمرار Browing من نوع maxillary ميلارد والذي يتضمن اتحاد مجموعة الأمين الطرفية في الحامض الأميني مع مجموعة الالدهيد الحرة في اللاكتوز وينتج عن ذلك عدد من المركبات المعقدة منها ما يكسب الحليب الطعم المر كمركبات الفيرفيورال furfural ومنها ما يكسبه اللون المسمر كصبغة الميلانويدين أو المالونيل الدهيدو في الوقت الذي يعتبر فيه هذا التفاعل مشكلة في الحليب حيث تصبح خواص الحليب غير مرغوبة وقيمته الغذائية منخفضة يعتبر مرغوباً في تصنيع الحلويات والمعجنات لما يعطيه لها من لون محمر وطعم محروق مرغوبين لدى المستهلكين .

وتعتبر أهم التغيرات الناجمة عن تسخين المنتجات اللبنية والتي تتعلق بالاكتوز ، هي التغيرات الخاصة باللون البني Browing ويعتبر إنتاج اللون البني من نوع maillard وكذلك نوع السكر - الأمينى أكثر حودثا ، حيث يلزم energy منخفضة للتنشيط ، كما تعتبر تلقائية autocatalytic .

ويعتبر التكرمل من ناحية أخرى ،إلى نشاط أكبر للتنشيط ولذا يعتبر أقل أهمية .

ويعتبر اللاكتوز والكبريت هما طرفي التفاعل الأساسين reactants في ظهور اللون البني بالمنتجات اللبنية وقد تدخل بروتينات الشرش في بعض الأحوال إذ أن الشرش المجفف يدكن لونه أكثر سرعة ولدرجة أكبر عن

اللبن المجفف ، وحيث أن شرش المنفحة السائل مقاومة لظهور ذلك اللون وقد وجد أن هناك كثير من المركبات تمنع تفاعل اللون البني وفي المنتجات اللبنية فإن مجاميع السلفاهيدريل النشطة تعمل كمواد مانعة تؤخر ظهور اللون البني ولكن لا تعرف الميكنة على وجه التحديد كذلك فإن بيكبريتيد الصوديوم Na bisulfite ، ثاني أكسيد الكبريت والفورمالدهيد تمنع ظهور اللون البني في النظام اللبني ، كما في المحاليل البسيطة من السكر والأحماض الأمينية وفي الواقع فإن اللون البني يمكن تنظيمه في المنتجات اللبنية بتحديد المعاملات الحرارية ، المحتويات من الرطوبة ، ووقت ودرجة حرارة التخزين .

ولظهور خاصية اللون البني Rowing تأثير ضار على القيمة الغذائية لمنتجات الألبان بسبب التفاعل الحادث بين البروتين والكربويدرات المعاد ترتبها وقد ظهر تلف الأحماض الأمينية الأساسية وخاصة الليسين والهستدين أثناء التخزين ، وظهور اللون البني في اللبن الفرز المجفف ذو نسبة الرطوبة المرتفعة (٧,٦%) ولكن تم تتلف الخواص الغذائية للمسحوق ذو نسبة الرطوبة المنخفضة (٣%) .

تخمر اللاكتوز Fermentation of lactose :

ولهذا الموضوع أهمية خاصة في علوم الألبان ، في صناعة الألبان المتخمرة مخلفات الألبان ، صناعة حامض اللاكتيك ، واستعمال اللبن ومنتجاته ، في الغذاء ، تقدير قيمة اللبن الصحية ، وكذلك التمييز أو منع بعض الميكروبات من النمو ، كلها تتوقف على تخمر اللاكتوز .

وعلى حد المعرفة لا ينتفع باللاكتوز أي من الميكروبات ، ويجب تحلله أولا إلى جلوكوز وجالاكتوز . وقد يكون إنزيم اللاكتيز المسبب لهذا التحلل وهو من نوع داخلى Endo enzyme ، حيث أن اللاكتوز غير المتخمر يبقى دون تغير بالبيئة عند نقل أو إزالة الميكروبات ، أو عند وقف نشاطها .

ويبدو أن أساس التخمر للميكروبات المخمرة للاكتوز هو احتوائها على إنزيم اللاكتيز كما أنه مما يثبت أن هناك أكثر من ممر لتكوين حمض اللاكتيك ، أن الميكروبات يمكنها إنتاج أشكال مختلفة من هذا الحامض .

ومن النواتج المرغوبة الناتجة في تخمرات المنتجات اللبنية حامض اللاكنيك وحمض الخليك وحمض الفورميك وحامض البروبيونيك والاسيتالدهيد والاسيتون وآثار من كحول الايثايل ، استرات الايثايل والاستيل ميثيل كربينول والداى اسيتيل .

هذا ويعتبر أن حامض اللاكتيك قليل التطاير جداً ويعتبر عدم الرائحة هذا ولا تعزى الرائحة الحامضية للبن الحامض إلى حامض اللاكتيك ولكن إلى منتجات متخمرة ومتطايرة وتقدر كمية الحامض الناتجة عند تخمر اللاكتوز ٧٥-٩٠% من الحموضة الكلية وتكون الأحماض الطياره و الأحماض أخرى ما تبقى من المائة .

وقد ينتج من تخمر اللاكتوز بواسطة البكتريا زيادة حموضة اللبن وإذا زادت الحموضة ينتج تجبن اللبن وعدم صلاحيته للشرب أو التصنيع والبكتريا المنتجة للحموضة في اللبن متعددة الأجناس وتنمو تحت ظروف متباينة من درجات الحرارة ولكن غالبيتها لا يناسبها درجات الحرارة المنخفضة ولذلك يجب تبريد اللبن بمجرد إنتاجه إلى 4°م أو أقل لتجنب زيادة الحموضة أو تجبنه وفيما يلي بيان أجناس البكتريا المسببة لذلك :

Streptococcus, Pediococcus, Enterobacteraceae Lactobacillus, Leuconostoc.

بعض بكتريا Streptococcus كروية الشكل موجبة لصبغة جرام توجد في شكل سلاسل وتقوم بتحويل سكر اللاكتوز إلى حمض لاكتيك (Homofermentative) ويوجد من هذا الجنس أنواع مهمة مثل : S.lactis, S. cremoris, S. diaetilactis .

بكتريا Pediocococcus كروية الشكل موجبة لصبغة جرام توجد في شكل أزواج وهي homofermentative ومن أهم الأنواع P. cerevisiae .

بكتريا Leuconostoc كروية الشكل موجبة لصبغة جرام توجد في شكل سلاسل وهي heterofermentative حيث تخمر اللاكتوز إلى نواتج عديدة منها حمض اللاكتيك ومن أهم الأنواع L. mesenteroides.

بكتريا Lactobacillus عصوية الشكل موجبة لصبغة جرام بعضها homofermentative مثل L.acidophilus, L.lactis L,bulgaricus وبعضها heterofermentative مثل L.fermenti, L. brevis .

البكتريا من عائلة Enterobacteriaceae عصوية الشكل موجبة لصبغة جرام وتحتوي على العديد من الأجناس لا يهمنا منها فى مجال الألبان سوى جنس Escherichia, Enterobacter وذلك لإنتاجهم الغاز في اللبن وبعض أجناس هذه العائلة يسبب المرض للإنسان .

إنتاج حامض اللاكتيك أو الأحماض الأخرى في اللبن بواسطة أنواع البكتريا السابق ذكرها سوف يسبب ظهور النكهة الحامضية سواء في اللبن الخام أو اللبن المبستر فعلى سبيل المثال نجد أنه بسبب شيوع بكتريا S.lactis, S. cremoris في الجو المحيط بعملية إنتاج اللبن فإن اللبن في معظم الأحيان ما يتلوث بهذه الميكروبات بعد عملية الحلب مباشرة وإذا لم يتم تبريد اللبن سريعاً إلى درجة حرارة أقل من ٤,٤°م فإن هذه الأنواع تنمو في اللبن محولة سكر اللاكتوز إلى حمض لاكتيك مسببة ظهور نكهة الحامض باللبن ولقد وجد أن نكهة الحامض باللبن لا ترجع لوجود حمض اللاكتيك فقط ولكن أيضاً لوجود العديد من المركبات الطيارة مثل : Acetic acid, Propionic acid, Formic acid, Acetaldehyde, Acetone, Diacetyl ونظراً لأن S.lactis, S. cremoris يتم القضاء عليها بالبسترة لذا فإنه من النادر وجود نكهة الحامض في اللبن بعد البسترة - وعموماً فإن البسترة في حد ذاتها لا تحسن من طعم لبن خام به نكهة الحامض .



تخمر اللاكتوز أو التخمر اللاكتيكي Lactic Fermentation :

يحتوي اللبن الطازج عند نزوله مباشرة من ضرع الماشية السليمة على درجة من الحموضة تعرف باسم الحموضة الطبيعية أو حموضة التعادل Titratable acidity وهذه ترجع أساساً إلى ما يحتويه اللبن من مكونات حمضية وأهمها الكيزين وأملاح البيكربونات والسترات والفوسفات الحمضية وثاني أكسيد الكربون / وتبلغ تلك الحموضة حوالي ٠,١٥% باللبن البقري ٠,١٤ % للجاموسي مقدرة كحامض لاكتيك أي محسوبة على هذا النحو فقط حيث أن اللبن الطازج لا يحتوي على حمض لاكتيك .

وإذا ترك اللبن في الجو العادي على حرارة مناسبة (٢٥-٣٧ درجة مئوية) فإنه سرعان ما ترتفع حموضته تدريجياً إذا وصلت إلى ٠,٦-٠,٧ % فإن يتجبن ، ويعود ذلك إلى تسرب بعض أنواع الميكروبات إليه تعرف باسم بكتيريا حمض اللاكتيك Lactic acid bacteria عن طريق جلد الحيوان أو الروث أو الأواني الغير معقمة ، حيث تقوم هذه البكتريا بإفراز بعض الأنزيمات التي تحلل اللاكتوز وتحوله إلى حمض لاكتيك ويطلق على تلك العملية اسم " التخمر اللكتيكي " وهذه تم بطريقة معقدة يمكن تلخيصها بصفة عامة كما يلي :

١- يؤثر أنزيم اللكتيز Lactase الذي تفرزه بعض أنواع الميكروبات على اللاكتوز ويحلله تحليلاً مائياً إلى جلوكوز وجالاكتوز .

ك١٢ يد ٢٢أ١١ + يد٢ أ ← ٢ك٦ يد١٢ أ٦

٢- تؤثر أنزيمات أخرى تفرزها البكتريا على هذين النوعين السكر وتحولها إلى مركبات عضوية أبسط أهمها حمض اللاكتيك .

٢ ك٦ يد١٢ أ٦ ← ٤ك يد٣ ك يد أ يد ك أ أ يد

ويصاحب تكون حمض اللكتيك في اللبن اكتساب الأخير رائحة حمضية ليس مصدرها الحامض المذكور إذ إنه عديم الرائحة وإنما تعود إلى انفراد بعض المركبات الطيارة ذات الروائح القوية اثناء تخمر اللاكتوز .

وعملية التخمر اللاكتيكي للبن لها مزايا كما إن لها أضرار مما يجعلها سلاح ذي حدين ، فمن مضارها إنها تؤثر على قوة حفظ اللبن خصوصاً في الجو الحار فتسرع من فساده قبل وصوله إلى مصانع الألبان أو جمهور المستهلكين مما ينجم عنه خسارة مادية لمنتجي اللبن ولذا يتشرط سرعة تبريده بعد إنتاجه مباشرة إلى حرارة منخفضة (٥-٧ درجة مئوية) مع نقله على تلك الصورة المبردة إلى جهات الاستلام والتوزيع لما للتبريد من أهمية في إعاقة نشاط بكتريا حمض اللاكتيك ، وفيما يختص بمزايا عملية التخمر اللاكتيكي فإنها تستخدم في صناعة الألبان المتخمرة كالزبادي وفي صناعة بعض أصناف الجبن الجاف والجبن القريش وفي تخمير القشدة لإعدادها لعمل الزبد وفي تحضير البادئات .

حامض اللاكتيك :

يحتوي حامض اللاكتيك على ذرة كربون Asymmetric وهي ذرة الكربون الثانية والتي يتواجد أو يلحق بها أربعة مجاميع مختلفة ولذا يوجد الحامض أما على شكل (D) أو L أو خليط منهما .

```
  COOH            COOH
   |               |
H-C-OH          HO-C-H
   |               |
  CH3             CH3
```

D(-) lactic acid   L(-) lactic acid

وتنتج ميكروبات Streptococcus lactis الشكل D غالباً . هذا وهناك اختلاف بين الميكروبات وقدرتها على إنتاج حامض اللاكتيك وعموماً فأقصى حموضة تنتجها الـ streptococci وهي في حدود ٠,٨ - ١% غير أن Lactobacilli قد تصل إلى ١,٥ - ٢ % وغالباً ما يكون في النطاق الأخير غير مناسب في منتجات الألبان المتخمرة .

ولا يمكن تحضير حامض اللاكتيك بصورة نقية وله نقطة غليان ١٢٢°م عند ضغط ١٥مم ودرجة انصهار ١٦,٨م (الشكل DL) وكثافته النوعية ١,٢٥ تقريباً ويمكن مزجه أو ذوبانه فى الماء والكحول ويذوب أيضا في الأيثر.

ويتفاعل الحامض مع الكحول فيكون إسترات واميدات على مجموعة الكربوكسيل ويعطي اختبار الايودفورم أما أستلة مجموعة الايدركسيل فتحدث دون عناء . ويسبب تقطير الحامض تقطيراً شديداً إنتاج الاسيتالدهيد وحامض الفورميك .

ومن الاختبارات المميزة لحامض اللاكتيك تكون اللون الأصفر مع كلوريد الحديديك ويستعمل هذا الاختبار كثيراً في التقديرات الكمية لحامض اللاكتيك .

ويجب أن يعرف أن حامض اللاكتيك بحالته النقية ليس له طعم أو رائحة اللبن الحامضي ومن النواتج الثانوية في تخمر حامض اللاكتيك بالميكروبات وذات الرائحة القوية ، ثنائى الاسيتيل وحامض البيوتريك ويقدر أنه من كل ١٠٠ جزء من اللاكتوز يتحلل جزء يتحول إلى حامض اللاكتيك والباقي يتحول إلى أجزاء ثانوية ويتأثر الكازين بإنتاج حامض اللاكتيك فيتحد الأول مع الكالسيوم ولكن بتركيز الحامض يسحب الكالسيوم أكثر وأكثر من الكازين ليكون لاكتات الكالسيوم ثم يتحول بعض من فوسفات الكالسيوم الغروية إلى فوسفات الكالسيوم الايدروجينة الذائبة . ولذا فإن إنتاج حامض اللاكتيك يغير حالة التوازن الطبيعي بين المحلول الحقيقي والحالة الغروية إذ تزيد الأولى على حساب الثانية والنتيجة هو زيادة الضغط الأسموزي ونقص في نقطة تجمد العينة ويكون ذلك أساس اختبار تقدير نقطة التجمد عند الكشف عن الغش بالماء بطريقة الكرايسكوب .

وحامض اللاكتيك ناتج تجاري هام ويمكن إنتاجه بالتحكم في تخمر اللاكتوز بالشرش .

أهمية حامض اللاكتيك في صناعة الجبن :

وترجع أهمية حامض اللاكتيك المتكون من سكر اللاكتوز في صناعة الجبن إلى ما يأتي :-

١- يتحد حامض اللاكتيك المتكون بالحليب مع مركبات الكالسيوم الموجود ويحوله إلى أملاح ذائبة مثل فوسفات الكالسيوم ولاكتات الكالسيوم الذائبة وهذه المركبات لها أهميتها في تجبن الحليب بالمنفحة ويمكن التحكم بسرعة عملية التجبن بالتحكم بنسبة الحموضة المتكونه فكلما ازدادت نسبة الحموضة ضمن حدود معينة قلت مدة التجبن .

٢- بتكون حامض اللاكتيك يذوب تدريجياً الكالسيوم من كازينات الكالسيوم حتى يتم ترسيب الكازين وهذا هو أساس التجبن الحامضي كما فى صناعة جبن الكوتاج والقريش والألبان المتخمرة .

٣- ارتفاع نسبة الحموضة سواء في الحليب أو في فترة التجبن يحسن من الصفات البكتريولوجية لأنه يحد من نشاط بعض الميكروبات الأخرى غير المرغوب فيها وخير مثال على ذلك بكتريا حامض البيوتريك التي لا يلائمها الوسط الحامضي في النمو وقد سبق أن ذكر ما تسببه من عيوب وتلف في الجبن هذا من ناحية ومن ناحية أخرى فإن تكوين حامض اللاكتيك من بعض أنواع البكتريا جنس Streptococcus تشجع نمو ونشاط بكتريا Lactobacillus بتهيئة الظروف الملائمة لها والنوعان لهما أهميتها في صناعة الجبن .

٤- تساعد الحموضة على تحديد نسبة الرطوبة في الجبن والتخلص من الماء الزائد بالخثرة كما تساعد على تحول باراكازينات الكالسيوم الثلاثية إلى الأحادية نتيجة لإذابة الكالسيوم والباركازينات الكالسيوم مرتبطة بصفة إعطاء المطاطية والتماسك للخثرة كما هو الحال في صناعة جبن الشيدر حيث هذه تعتبر هذه من الصفات الجيدة وبمعنى آخر أن الحموضة المتكونة هنا هي أساس هذا النوع من الجبن .

٥- نتيجة لتحلل سكر اللاكتوز وتكون الحموضة التي لها أهميتها في تسوية الحليب المعد للصناعة حيث بموجبها يتحدد الوقت الملائم لتصفية الشرش . كما قد تكون للحموضة تأثير على النشاط اللانزيمي الذي قد يسبب بعض التحلل المائي لبروتينات الجبن خاص الكازين .

٦- لحامض اللاكتيك المتكون تأثير في الخواص البكتويولوجية والكمياوية والفزيوكيماوية خلال عملية التسوية والانضاج ورغم مزايا الحموضة وحامض اللاكتيك بالذات في صناعة الجبن فهي تعتبر سلاحاً ذات حدين في الصناعة فزيادتها في الخثرة أو الجبن الناتج عن الحدود اللازمة قد تسبب بعض العيوب في الطعم والمذاق مع تبقع الجبن . بقع بيضاء وقد يحدث تشققات لاقراص الجبن أما في حالة انخفاضها وعدم تقدمها في الجبن أو الخثرة والذى قد يرجع للأسباب الآتية :

١- عدم تسوية الحليب المعد للصناعة قبل بدء إضافة المنفحة .

٢- استعمال بادئات غير نشطة أو قلة نسبة البادئ المضاف .

٣- انخفاض درجة الحرارة في أثناء الصناعة عن الحد المطلوب .

٤- تصفية الشرش بسرعة وبكمية أكثر من اللازم قبل الوصول إلى درجة الحموضة المطلوبة .

وينشأ عن بطء وقلة نسبة الحموضة تأخير لعملية التجبن مع زيادة نشاط ونمو الميكروبات غير المرغوب فيها علاوة على ما قد يظهر من عيوب في الجبن الناتج .

الظواهر الناتجة عن وجود سكر اللاكتوز في المنتجات اللبنية

*** الألبان المجففة** :

١- اللون والتكرمل :

يعتبر اللون المجفف يحدث نتيجة لتكرمل سكر اللاكتوز مع الكازين وفيه تتحد مجموعة الالدهيد فى سكر الجلوكوز أو الجالكتوز مع مجموعة الأمين فى الحمض الأميني من الكازين مكونة مجموعة معقدة من الأمين والسكر .

٢- قابلية المسحوق المحضر حديثاً لامتصاص الرطوبة :

كلما زادت نسبة سكر اللاكتوز في المسحوق المجفف كلما زادت قدرته على امتصاص الرطوبة عن المسحوق المنخفض في نسبة اللاكتوز .

٣- ظاهرة التعجن :

هي ظاهرة تنتج عن زيادة سكر اللاكتوز والذي يقوم بامتصاص كمية كبيرة من الرطوبة أو متوسطة وبجانب امتصاصه كمية رطوبة من الجو فإنه يعمل على تكون الكمية الكافية لتبلور جزء من اللاكتوز الغير متبلور مما يؤدي لفقد جزء من الرطوبة .

٤- ظاهرة تبلور اللاكتوز في اللبن المجفف :

أثبتت الأبحاث أنه توجد درجة حرجة من الرطوبة يبدأ بعدها سكر اللاكتوز في التبلور بسرعة .

٥- الانسياب :

يقصد بهذه العملية سهولة سكب المسحوق المجفف من وعاء لآخر مع عدم وجود الأجزاء الملتصقة أو الكتل وتتوقف على نوع سكر اللاكتوز ويعتبر سكر اللاكتوز الغير متبلور شره لامتصاص الماء عن غير المتبلور مسبب حدوث التعجن والتكتل .

٦- اللون البني بالألبان المكثفة :

وهذا يرجع لتفاعل الجزء الالدهيدي من السكر مع مجموعة الأمين في الحمض الأميني الموجود بالبروتين .

*** عيوب باللبن المكثف المحلى :**

١- الملمس الرملي ويرجع لعدم إجراء التبريد بالطريقة الصحيحة مما يؤدي لحدوث التكون لبلورات كبيرة الحجم من اللاكتوز ذات الملمس الذى يشبه الرمل على اللسان .

٢- ترسيب السكر ويرجع ترسيب السكر لحدوث اختلاف في الوزن النوعي لكل من اللاكتوز المتبلور وبقية اللبن المكثف .

*** عيوب المثلوجات اللبنية :**

التركيب الرملي :

ويرجع لارتفاع نسبة سكر اللاكتوز بسبب استخدام نسبة مرتفعة من جوامد اللبن اللادهنية .

*** طرق تقدير اللاكتوز :**

١- التقدير بطريقة Polorimeter

الأساس قياس الانحراف النوعي للسكر ومن المعروف أن كل سكر له انحراف نوعي خاص به ففي حالة سكر اللاكتوز نجد أن :

$$(\alpha)^{D}{}_{20} = \frac{a \times 100}{Lc} = 52.2$$

حيث a زاوية الدوران degrees of angular rotation

L = length of tube (dm)
C = concentration of substance (g/100ml)

الطرق الكيماوية :

١- طريقة لين و اينون Lane and Enone :

الأساس هو استخدام محلول فهلنج (أ) وفهلنج (ب) في وجود الطرطرات حتى لا يحدث ترسيب للنحاس بواسطة القلوى الموجود في المحلول .

Cu^{++} +2OH+RcHo ⟶ Rcoo+cu_2o

٢- طريقة حمض البيكرك Picric acid method :

هي طريقة تعتمد على اختزال محلول قلوي من السكرات بواسطة السكر حيث يتولد لون بني محمر يمكن قياسه ومقارنته بمحاليل ذات تركيزات مناسبة .

٣- Chlor amine.t. method :

هي طريقة تعتمد على أكسدة اللاكتوز في السيرم الخالي من البروتين بواسطة محلول فهلنج chlor amine أو يوديد البوتاسيوم .

٤- طريقة الفينول اللونية :

طريقة تعتمد على مقارنة الكثافة الضوئية للعينة مع المنحنى القياسي المعلوم فيه تركيزات السكر وبه يمكن معرفة تركيز السكر بالعينة .

أهمية سكر اللاكتوز في الجسم وعلاقته بتدفق الدم في الثدي :

في القناة الهضمية قد يتخمر اللاكتوز بواسطة بعض البكتريا وبعد ذلك قد يمتص في الأمعاء مباشرة أو قد يتحلل مائياً بواسطة أنزيم Lactase ثم تمتص نواتج التملل وأنزيم اللاكتاز هذا من الإنزيمات الداخلية في الخلية ويتواجد في الإنسان في الغشاء الطلائي للأمعاء ولهذا فإن التحلل المائي للاكتوز يحدث أثناء انتقاله من خلال جدران الأمعاء ونظراً لأنه قليل الذوبان في الماء فهو بطئ الهضم حيث ينزل جزء منه إلى الأمعاء الغليظة فيحدث لها تخمر وتكون حموضة حيث تنمو فقط الميكروبات الحامضية وتكون البيئة غير مناسبة للميكروبات التعفنية كما أن قلة حلاوة سكر

اللاكتوز لا تجهد مراكز التذوق ولا يحدث من ذلك مللامن تناول اللبن كما يكونالسكر أقل أثراً على الأغشية المعوية .

وأيضاً سكر اللاكتوز يساعد على تمثيل الكالسيوم والفوسفور في الجسم والاستفادة منهم فالأطفال الذين يرضعون لبن أمهاتهم نادراً ما يصابون بلين العظام بينما يحدث ذلك إذا تغذت الأطفال على اللبن البقري لوجود سكر اللاكتوز في اللبن أهمية خاصة إذا يستلزم تكوينه في الغدد اللبنية تحويل جزء من الجلوكوز إلى جلاكتوز ثم يتحدوا ويتكون لاكتوز والجلاكتوز يتواجد في المخ وفي الأعصاب ويقترح أن وجود اللاكتوز في اللبن وضعه اللبن لإمداد الجسم بكمية كافية من الجلاكتوز في الأطوار الأولى لتكوين المخ.

هذا وسكر اللاكتوز الذي يتناوله الحيوان إذا ما انحل إلى جلوكوز وجلاكتوز فإن جزءاً من الجلوكوز يتجه في مسار الجلوكوز في الجسم أي أنه ينتج طاقة أو يستخدم لإنتاج اللاكتوز أما عن الجلاكتوز فإنه ضروري أيضاً لحدوث اتزان في الدم لأن توازن الجلاكتوز في الدم إذا ما اختل فإنه يؤدي إلى أمراض مثل مرض الصفراء وخلافه .

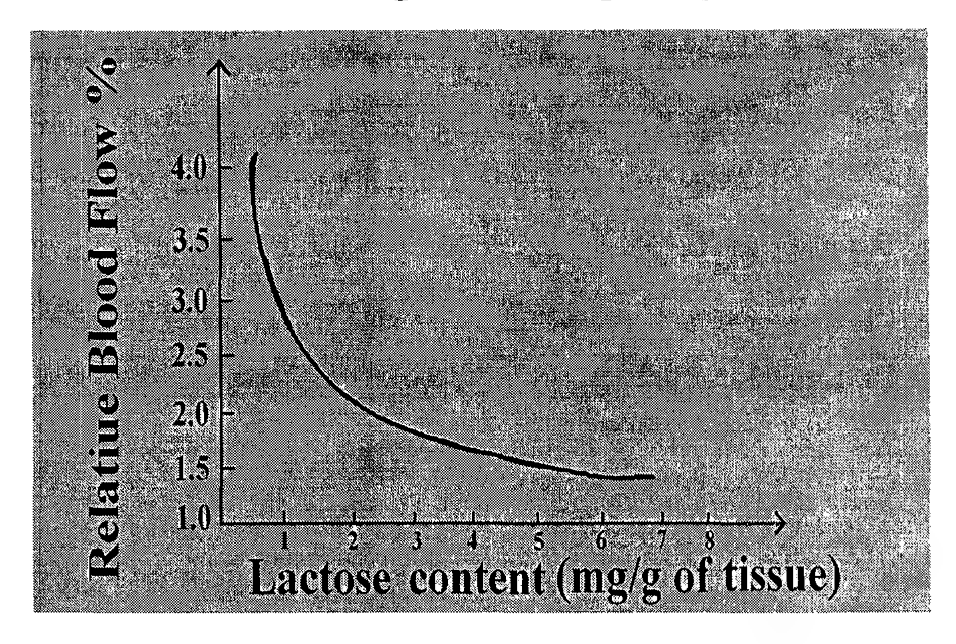
هذا وقد وجد أن هناك عدة عوامل لها تأثير على نسبة الدم الممزوجة باللبن حيث تقل وتزداد بتغير هذه العوامل وهذه العوامل مثل طول الفترة بين الحليب أي بين الحلبة والأخرى وأيضاً محتوى سكر اللاكتوز في خلايا نسيج الضرع .

هذا بالإضافة إلى عوامل أخرى مثل أخطاء الحليب الآلي تؤدي إلى تجريح حلمة الحيوان وأيضاً الإصابة ببعض الأمراض والذي يهمنا هنا هو تأثير تركيز سكر اللاكتوز الموجود في نسيج الضرع .

حيث تمت تجربة لذلك على فيران تجارب يتم تغذيتهم تغذية من - شأنها إحداث تغيرات في نسب سكر اللاكتوز في خلايا نسيج الضرع وعند كل نسبة معينة يتم تقدير نسبة الدم في اللبن حيث توصل إلى معادلة عامة توضح ذلك .

$$Y = 4.43 - 0.83X + 0.06 X 2$$

حيث يرمز y إلى معدل تدفق الدم في الضرع أما X ترمز إلى محتوى سكر اللاكتوز في نسيج الضرع ويمكن توضيح ذلك على المنحنى الآتي:-



محتوى اللاكتوز في النسيج	معدل تدفق الدم%
Mg /g of tissue	
٢,٤٨	٢,٧٩
٤,١٥	٢,٢٨
٥,٠٠	١,٧٤

٢- الشرش المجفف الثابت Stabilizd Dry Whe :

يلعب اللاكتوز ، بحكم وجوده بتركيز ٧٠% من الجوامد الكلية في الشرش ، دوراً كبيراً في تحديد صفات الشرش ومنتجاته وغالباً ومن الصعب التجفيف بالطرق العادية ولكن يمكن التجفيف بتحوير الطرق المستعملة لتجفيف اللبن ، الاسطوانات أو الرذاذ ، وتشمل التحويرات طرقاً تتمشى مع القوام اللزج ، وحالة اللاكتوز الزجاجى الممتص للماء Hygroscopic التي

قد تتكون بأي طريقة وتسبب معظم الطرق الخاصة أن يتبلور جزء كبير من اللاكتوز بحفظ الناتج في طور ما وفي وجود رطوبة كافية ويمكن عمل أو حدوث ذلك في وجود رطوبة كافية أو في أي طور يكون الناتج عنده جافاً جزئياً أو بإعادة امتصاص الناتج الجاف للرطوبة Rehumidifying وتحبذ ظروف التبلور إنتاج بللورات ألفا هيدريت ولكن إذا حدث التبلور أعلى من ٩٣,٥م درجة وخاصة تحت ضغط تنتج بلورات B-anhydride وبعد التبلوروجفاف الناتج نهائياً يكون مسحوق الشرش المجفف حبيبياً وسهل الانسياب Free-flowing ولا يميل إلى أن يصبح لزجاً أو مكلكعاً هذا وقد ادخل حديثاً طريقة التجفيف بالرذاذ Foam – spray والتى تقوم بتجفيف الشرش المركز ذي نسبة الجوامد المرتفعة بنجاح . وعادة ما تسبب الحموضة المرتفعة للشرش عقبات في تجفيفه إذ تتكون كتل تسد فتحات المجفف وبادخال هواء مضغوط إلى الشرش قبيل الرذاذ ، تتكون رغاوى تجفف بسرعة حيث تكون أجزاء سهلة الحركة Free-flowing particies.

ويقال أن إضافة سليكات الكالسيوم إلى الشرش قبل أو بعد التجفيف يمنع تكوين الكلاكيع أو الكتل وتحدد نسبة الأملاح فى الشرش المجفف بحيث تكون أقل من ١٠% من نسبة الجوامد وذلك فى معظم الصناعات التى يدخل فى صناعتها الشرش ، ولذا تستعمل طريقة التحليل الكهربائي electrodialysis لإزالة معظم الـelectrolytes دون فقد كبير للمواد غير الأيونية المنتشرة ، أو تلف لبروتينات الشرش ، وتستخدم أيضا طريقة الـ Dialysis لإزالة ال٨٠% من أملاح اللبن ، ونصف اللاكتوز وذلك من الشرش أو اللبن الفرز وينتج بذلك منتجات خاصة لاستعمالها فى صناعة الآيس كريم وغيره من الأغذية .

٣- اللبن المجفف الوقتي : **Instant Dry milk** :

يعتبر التكوين المتكتل والكلكعة أثناء التخزين مشكلة مع اللبن المجفف إذا لم يحفظ من الرطوبة ويؤدي امتصاص الماء تخفيف الحالة الزجاجية إلى الطور الممكن معه حدوث التوجيه الجزئي ، ويحدث التبلور وتعمل بلورات الألفاهيدريت الصلبة المتكونة تدريجياً إلى تجميع حبيبات اللبن المتجاورة ، منتجة بذلك كتلاً وكلكعة ويتبع ذلك أن يصبح نظام الكازينات فى المسحوق غير ذائب ويرتبط عدم ذوبان الكازينات والتى تشاهد أيضا فى اللبن المجمد بظاهرة تبلور اللاكتوز والتى شوهدت قبل حدوث عدم ذوبان الكازينات .

وتتشابه العمليات اللحظية لإنتاج المسحوق سريع الذوبان فى أن أسطح حبيبات اللبن المجفف يتم ترطيبها Humidified إذ يعمل على أن تكون الجزئيات جافة جزئيًا أثناء الصناعة ، فيحدث تبلور جزئي قبل إعادة تجفيف تلك الجزئيات هذا يؤدي إلى تجميع الحبيبات المفككة ، وتجمعات اسفنجية ذات كثافة منخفضة . وتكون التجمعات حرة الحركة ومنتشرة في الماء بسهولة . وفى هذا النوع من اللبن المجفف تكون نسبة الشكل α إلى الشكل B ٢:٣ بدلاً من ٣:٢ فى اللبن المجفف العادى .

٤- تصنيع الألفا لاكتوز :

حتى سنة ١٨٨٠ ، كان اللاكتوز يصنع في سويسرا فقط وكان المصدر وهو شرش الجبن ثم تكونت بعد ذلك مصانع في ألمانيا والولايات المتحدة ، وكذلك في بلاد أخرى من أوروبا وأمريكا الجنوبية ، ونيوزيلندا ، واستراليا . وحتى الحرب العالمية الثانية كان اللاكتوز يحضر في أمريكا من شرش حامض الهيدروكلوريك الناتج عن صناعة الكيزين أما في الوقت

الحاضر يعتبر شرش الجبن هو المصدر الرئيسي لتحضير اللاكتوز . ولسنوات عديدة كان لا يوجد إلا النوع النقي من اللاكتوز المنتج في الولايات المتحدة ، ولكن الآن يستخدم اللاكتوز في منتجات شتى - ذات مستويات نقاوة لاكتوز متعددة وهذا بالإضافة إلى أن كميات صغيرة من بيتا (B) لاكتوز تنتج لعدة أغراض لأن سرعة ذوبانه وحلاوته تعتبر ميزة . ويوجد رسم توضيحي لعملية إنتاج سكر اللاكتوز الخام والنقي في رسم رقم (٢٥) ويحتوي الشرش الطازج الحلو على حوالي ٥% لاكتوز ، ولكنه تختلف النسبة حسب الكمية المتخمرة أثناء صناعة الجبن ، ويوجد فيه عادة حوالي ٠,٨٥% بروتين ٠,٧٥% رماد وذلك في الشرش الحامضى ، ١,١٠% بروتين ، ٠,٥٠% رماد في شرش المنفحة . ويعزى الفرق في الرماد أساسا إلى فوسفات الكالسيوم والذي يوجد في الشرش الحامضى بكميات كبيرة ، ولكنه يكون غير موجود في شرش المنفحة ويحتوي شرش المنفحة على نسبة ضئيلة من البروتين المرسب . وذلك بالمقارنة بالبروتين المرسب فى الشرش المحضر بالحامض .

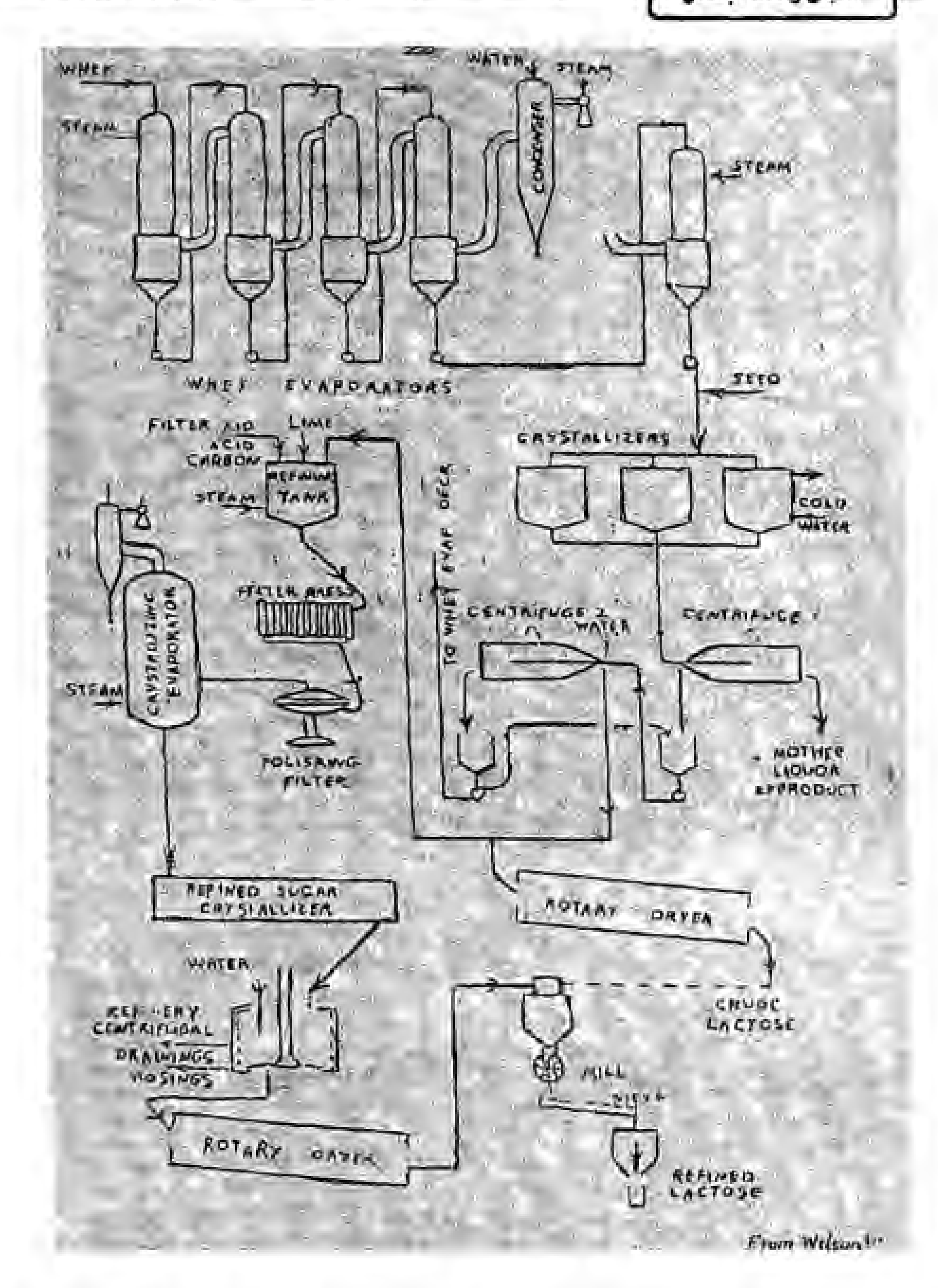


FIG (25) PROCES FOR THE MANUFACIURE OF CRUDE AND REFINED LACTOSE FROME SWEET WHEY

وتحدد الدرجة التي بها يمكن ازالة البروتين والأملاح من الشرش قبيل التركيز والتبلور ، كثيرا ، نقاوة اللاكتوز ، يؤدي وجود البروتين والأملاح اثناء التبلور الى تلوث البلورات كما قد يسبب متاعب إضافية . وقد تؤدي إلى زيادة اللزوجة للشرش المركز وهذا يجعل فصل بلورات اللاكتوز أمرا صعبا . وفي كثير من الأحيان قد يمنع تبلوره .

ويمكن التحكم في البروتين والأملاح بضبط الـ pH أو بالمعاملة الحرارية ، أو باستعمال انزيمات محللة للبروتين ، أو بإضافة أملاح رباعية الفوسفات Tetraphosphates وفي العمليات التجارية، يسخن الشرش ، ثم يرشح لفصل البروتينات وفوسفات الكالسيوم ، يجري تركيز الشرش الرائق إلى حوالي ٣٠٪ جوامد ، ثم يعاد الترشيح لإزالة البروتينات والأملاح التي فصلت وبعد مزيد من التركيز ، تجري عملية التبلور وكلما زادت عملية التركيز ، كلما زاد العائد ، ولكن إذا كان التركيز زائد تلتصق البللورات مع بعضها مما يجعل المواد المتجمعة صعبة الفصل يسحب الشراب المحتوى على البلورات المتكونة خلال جهاز طرد مركزي Perforated basket centrifuges والذي يدور بسرعة لفصل البللورات من المحلول الأم .

وأثناء دوران الجهاز ، ترش البللورات بماء رائق لإزالة المواد الملتصقة وقد تذاب البللورات لزيادة التنقية ، أو تجفيف لتكون لاكتوز خام Crude lactose . وتتلخص عملية التنقية لانتاج درجات أعلى من اللاكتوز في إعادة الذوبان في الماء والمعاملة بكربون نشط لازالة اللون من المحلول والترشيح ، والتركيز ، ثم اما اعادة التبلور أو تجفيف المحلول بطريقة الرذاذ .

وهناك طريقة حديثة وهي استعمال طريقة التبادل الأيوني Ion exchange لتنقية الشرش أو محاليل اللاكتوز ، ويستعمل المبادل الأنيوني والكاتيوني لإزالة الشوائب من المحلول Anionic and cationic exchange resins ، والذي يمكن تركيزه بعد ذلك ثم بلورته أو تجففه بطريقة الرذاذ مباشرة .

وقد أجريت تحسينات أخري على طريقة التحضير وتشمل ، معاملة الشرش برابع فوسفات الصوديوم لمنع التجبن الحراري وحدوث هدرته البروتين ، ثم التركيز لدرجة من الجوامد الكلية مناسبة لتحبيب وبلورة اللاكتوز . تفصل بعد ذلك بلورات اللاكتوز من الشرش المركز ويبقى البروتين والأملاح في المحلول . وقد وضعت طريقة لانتاج نوع جيد من اللاكتوز الخام باستخلاص الشرش أو اللبن الفرز المجفف بالميثانول . حيث يوزع في المذيب تحت ظروف معينة من التركيز ودرجةالحرارة . محلول اللاكتوز الفوق مشبع الناتج ، يكون ثابتا بدرجة كافية ، كي يسمح بفصل البروتينات المترسبة قبل البدء في عملية التبلور . وتعدل النقاوة المتحصل عليها نتيجة التبلور مرة واحدة مماثلة للاكتوز التجارى النقى وإلى جانب ذلك يمكن الحصول على جميع بروتينات اللبن ، كمحصول جيد الصفات ، ولو أن هذه الطريقة لم تستعمل بعد .

صناعة البيتا لاكتوز :-

حيث أن البيتا لاكتوز له درجة ذوبان مبدئية عالية ، درجة حلاوة أعلى من الالفا لاكتوز ، فهناك حاجة شديدة لاستعماله . وتبنى طرق صناعة البيتا لاكتوز على الحقيقة أن البيتا شكل ثابت يمكن ترسيبه من محاليل اللاكتوز على درجة أعلى من ٩٣,٥°م .

وتتلخص إحدى الطرق في تجفيف اللاكتوز كشريط على سطح مسخن أعلى من 100°م ، ثم إزالة (نقل) هذا الفيلم أثناء ما يكون عجينة تحتوي على ٢% رطوبة حيث يتبلور اللاكتوز في الشكل بيتا ، وتكمل الحرارة الكامنة في العجينة عملية التجفيف .

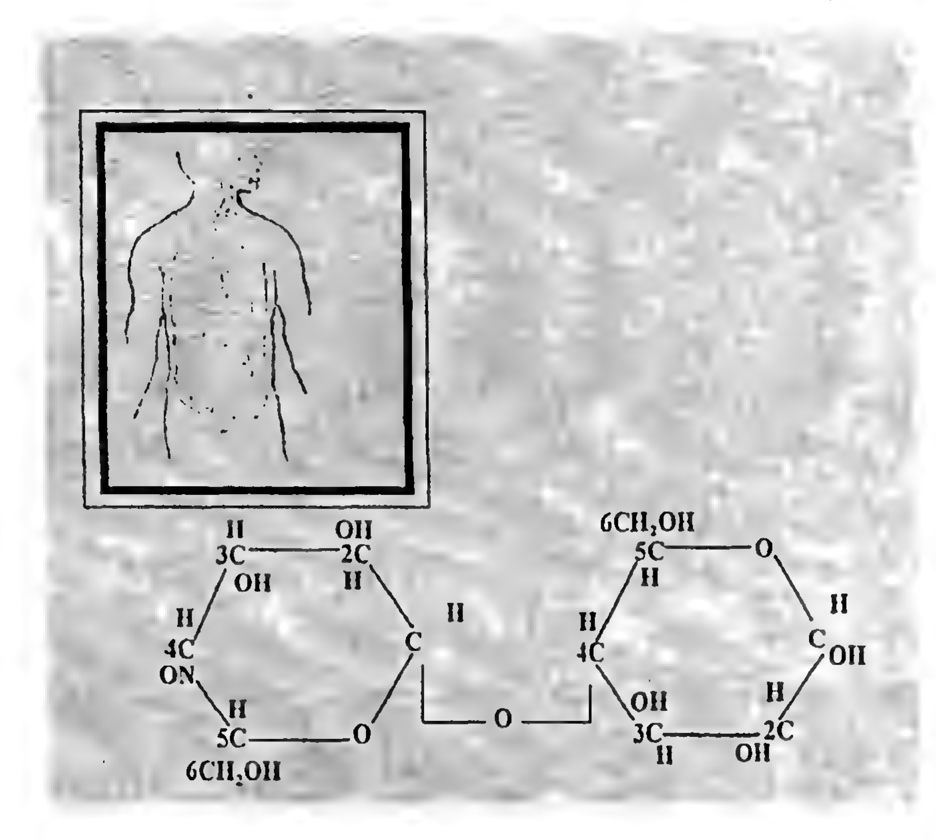
وفي طريق أخرى ، يضاف ألفا لاكتوز إلى محلول مشبع يحفظ على درجة ٩٣,٥°م حيث يزال جزء مكافئ من البيتا لاكتوز . لأن على درجة الحرارة هذه تتكون حالة من التوازن بين الشكلين B ، α بسرعة ، والشكل

ألفا يذوب ، وتتكون بلورات بيتا بسرعة ، وباستعمال جهاز طرد مركزي مسخن للحصول على البلورات يمكن الحصول على سكر غني في الشكل بيتا.

ظاهرة عدم تحمل اللاكتوز Lactose Intolerance

مقدمة : Introduction :

هناك عدد من المشكلات الغذائية الخاصة بمجتمعاتنا الشرقية ، هذه المشكلات قد تكون وراثية تؤدي إلى عدم قدرة البعض لأكل نوع معين من الأغذية أو قد تكون بيئية أو سلوكية تعود إلى سوء تناول الغذاء واستهلاكه ، ومن هذه المشاكل المشكلة التى تنتج عند بعض الأشخاص وتتعلق بسكر اللبن (اللاكتوز) وهو السكر الذي يعطي اللبن الحلاوة البسيطة التي نستطعمها فيه ، ولسكر اللبن سدس حلاوة السكروز وكما نعرف ويصنف كيميائيا هذا السكر بانه سكر ثنائي يتكون من جزيء من كل من D-glucose, D-galactose مرتبطان معا برابطة 1.4 B.glycosidic linkage ، وهذا السكر يمد الجسم بالجالاكتوز الذي يدخل في تركيب جلاكتوسيدات المخ والأنسجة العصبية وهذا السكر أبطأ من السكريات الأخرى في عملية التحلل مما يساعد في تكوين حامض اللاكيتك في الأمعاء ، وأيضا سكر اللاكتوز يمد الجسم بالجلوكوز وهو السكر الوحيد الذي يستطيع الجسم حرقه ولذلك فيجب أن تتحول جميع السكريات التي تدخل أجسامنا إلى جلوكوز ويمكن أن يحدث هذا فقط بواسطة النزيمات التي تنتجها أجسامنا والقادرة على تحويل أي سكر إلى جلوكوز بشكل كيمائي حيوي . ويوجد لدى أي شخص إنزيم يسمى اللاكتيز ويفرز هذا الأنزيم في الخلايا المبطنة للغشاء المخاطي في الأمعاء الدقيقة وهذا الإنزيم يقوم بتكسير أو التحلل المائي لسكر اللاكتوز ويحوله إلى سكريات أحادية هي الجلوكوز والجلاكتوز مما يسهل امتصاص الى مجرى الدم .



سكر اللاكتوز

ويعتبر اللبن ومنتجاته من الأغذية الرئيسية الهامة التي تمد الجسم بالبروتينات والفيتامينات وخاصة فيتامين B_2 والأملاح المعدنية وخاصة الكالسيوم ، ويمد الجسم أيضا بالفوسفور والماغنيسيوم والبوتاسيوم .

وعلى الرغم من تلك الأهمية الغذائية فهناك عدد كبير من سكان العالم يعانون من مشاكل في الهضم نتيجة شرب اللبن أو تناول بعض منتجاته وذلك نتيجة أنهم لايستطيعون أو ليس لديهم القدرة على هضم وامتصاص سكر اللاكتوز الموجود في اللبن وإذا تناولوا اللبن أو الجبن أو أي منتجات ألبان أخرى فإنهم يصابون بالغثيان والإنتفاخ وغازات وتقلصات في المعدة وعادة الإسهال ، ويعاني ما بين ٣٠-٥٠ مليون شخص في أمريكا الشمالية من عدم القدرة على هضم سكر اللاكتوز بنسبة ٩٥٪ من الأمريكيين من

أصل أفريقي ، و٩٠% من الأمريكيين من أصل آسيوي ، و٥٣% من أصل لاتيني ، وقال الباحثون بأن نحو خمسة في المائة من سكان شمال أوروبا يعانون من المشكلة التى يعاني منها جميع سكان جنوب شرق آسيا تقريبا ، وبالنسبة للعرب تعتبر ظاهرة عدم تحمل اللاكتوز من الظواهر الخاصة بمعنى نحن العرب نصنف من بين أكثر الشعوب في عدم تحمل اللاكتوز ، ويرجع السبب في ظهور تلك المشكلة إلى النقص في إفراز إنزيم اللاكتيز وقد ثبت أن معظم الأطفال لديهم المقدرة عند الولادة على إفراز إنزيم اللاكتيز وبالتالي فإن سكر اللاكتوز في اللبن يتم تكسيره إلى جلوكوز وجالاكتوز حيث تمتص هذه السكريات عن طريق الخملات في جدار الأمعاء الدقيقة وبعد الإمتصاص يتحول الجالاكتوز إلى جوكوز في الكبد وهذا يعني أن كل جزيء من اللاكتوز ينتج عنه جزيئين من الجلوكوز تمد الطفل الرضيع بالطاقة اللازمة لنموه ونشاطه ويبقى هذا الإنزيم عادة نشطا طوال حياة الإنسان ويقل نشاطه أحيانا في بعض الناس عندما يصل عمر الطفل بين ٨-٩ سنوات تجعل جسمه غير قادر على هضم سكر اللبن بفاعلية فيصل إلى القولون لتستخدمه البكتريا المحللة له والموجودة طبيعيا في الأمعاء ومنها بكتريا الكوليفورم ، ويحدث التخمر اللبني ويتولد عنه غازات وحمض لاكتيك ، ويسبب هذا الحمض المتكون تهيجا في جدار القولون ومن ثم حالة الإسهال أي يتسبب تخمر اللاكتوز في ظهور مشاكل صحية . وهناك حالات نادرة فيولد بعض الأطفال بدون المقدرة على إنتاج اللاكتيز ولكن في معظم الحالات فإن نقص اللاكتيز حالة تنمو مع الوقت فبعد حوالي سنتين من العمر يبدأ الجسم في إنتاج الإنزيم ولكن بكمية أقل قد لايعاني كثير من الناس من هذه الأعراض حتى يتقدموا في العمر ، ويبدأ ظهور أعراض عدم تحمل اللاكتوز بعد فترة تتراوح من ٣٠ دقيقة إلى ساعتين من شرب اللبن أو تناول منتجان الألبان .

وفي بعض الحالات فإن الإنسان ربما يحتاج إلى العلاج في المستشفى نتيجة لشدة الحالة من مغص شديد وإسهال وآلام في منطقة البطن .

وقد يكون من الضروري بالنسبة للأشخاص الذين يعانون من عدم القدرة على تحمل اللاكتوز عدم الإسراف في تناول منتجات الألبان والاستعاضة عنها بتلك التي تحتوي على نسب ضئيلة من سكر اللاكتوز .

فظاهرة عدم تحمل اللاكتوز ممكن أن تحدث بعد العلاج ببعض المضادات الحيوية أو علاج المعدة بالأشعة أو أي علاج يؤثر على القنوات الهضمية وسبب ذلك أن المنطقة المختصة بهضم اللاكتوز بالأمعاء لا تعمل بشكل طبيعي ، وهناك أنواع معينة من أمراض الجهاز الهضمي وإصابات الأمعاء الدقيقة تؤدي إلى تقليل كمية الإنزيم المنتج .

وتختلف شدة الأعراض حسب كمية اللاكتوز التي يتحملها كل فرد ، فهناك أفراد لا يتحملون حتى نصف كوب من الحليب في حين أن هناك من يتحمل في حدود كوبين أو ثلاثة أكواب وما زاد عن ذلك تظهر معه الأعراض .

وبعض الناس يتماثلون للشفاء خلال أسابيع أو أشهر من نهاية العلاج حيث تكون الأمعاء قد شفيت من أعراض المرض ، وقد تدوم هذه الحالة عند الجزء الآخر من المرضى ، وتتطلب فيما بعد تغيير في عادات الأكل .

وهناك الكثير من مقدمي الرعاية الصحية يرون أن عدم تحمل اللاكتوز حالة بشرية عادية وطبيعية محتمل حدوثها لأغلبية الناس في العالم وخاصة عندما يتقدموا في العمر ، وهكذا فإنهم لا يرون عدم تحمل اللاكتوز في الواقع على أنه مرض حقيقي .

وفي الستينات قام مجموعة من الباحثين بدراسة العلاقة بين النشاط المنخفض لإنزيم اللاكتيز وسوء هضم اللاكتوز ، وأوضحت الدراسة أن تناول ٥٠جم من سكر اللاكتوز (حوالي لتر لبن) يؤدي إلى ظهور أعراض

حادة من مغص وإسهال وانتفاخ وآلام في البطن وذلك لكثير من الناس الذين يعانون من عدم تحمل اللاكتوز .

أسباب عدم تحمل اللاكتوز Cause of Lactose Intolerance :-

الآن نعلم أن عدم تحمل اللاكتوز يحدث عن طريق عدم قدرة الجهاز الهضمي على تجزئة وتكسير اللاكتوز إلى جلوكوز وجالاكتوز ، وأيضاً تم معرفة الإنزيم المسئول عن التحلل المائي لسكر اللاكتوز وتحليله إلى جلوكوز وجالاكتوز هو إنزيم اللاكتيز .

وهكذا فإن نقص اللاكتيز يتسبب في عدم تحمل اللاكتوز ويوجد في الواقع نظريتان توضحان السبب في هذه الظاهرة :

النظرية الأولى : وهي تعتمد على أن نشاط إنزيم اللاكتيز يتحكم فيه وينظمه وجود المادة التي يعمل عليها الإنزيم (اللاكتوز) أي أن وجود اللاكتوز هو الذي يحفز إنتاج اللاكتيز ، وهي نظرية ثبت عدم صحتها بعد ذلك .

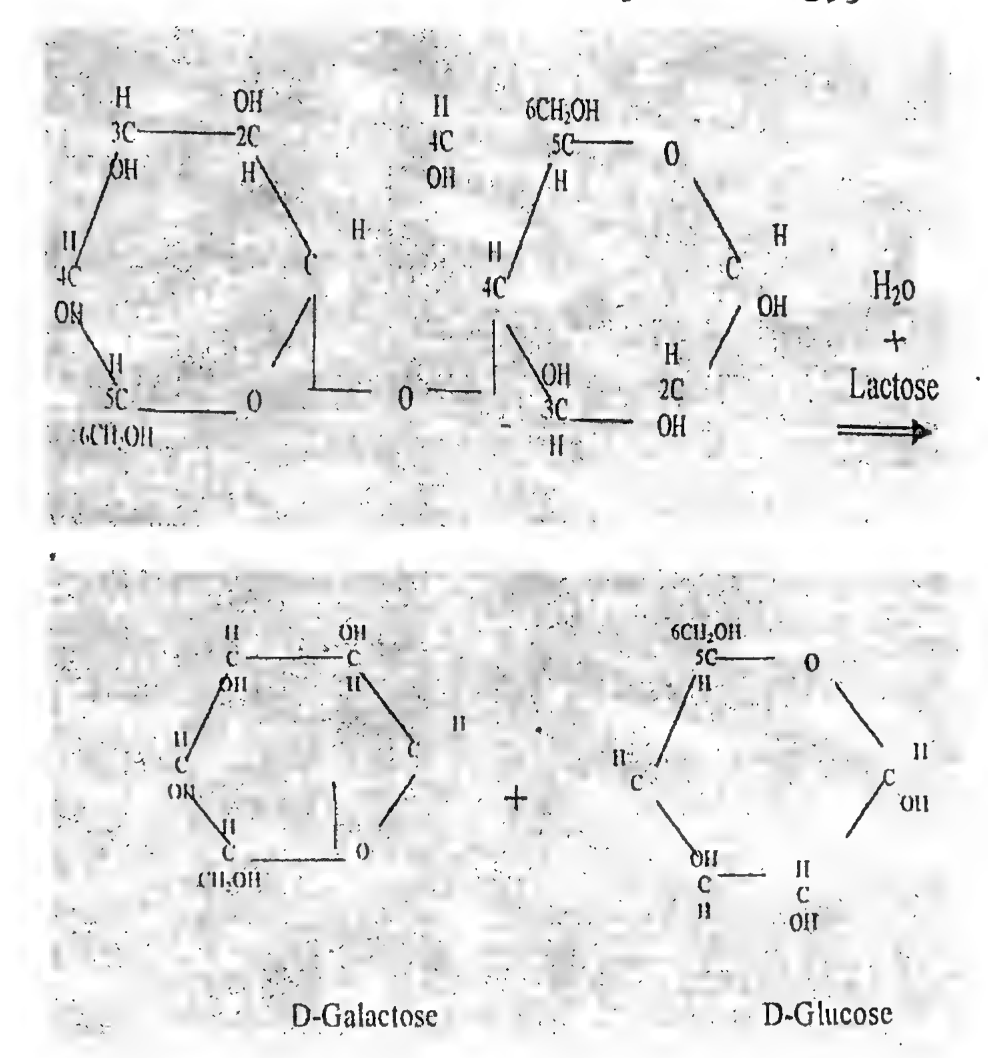
النظرية الثانية : وهي الأكثر قبولاً وهي التي تفسر ظاهرة عدم تحمل اللاكتيز إلى عرض جيني سببه جين منتحى وهذا الجين ينتقل من جيل إلى آخر.

و**النظرية الثانية** الأكثر قبولاً من قبل الباحثين أن النظرية الأولى صعب قبولها بناءً على الأبحاث التطبيقية ، ففي دراسة قام بها Kretchmer,1971 على مجموعة من الطلاب في نيجيريا حيث قام بإعطاء هؤلاء الطلاب (وجميعهم يعانون من مشكلة عدم تحمل اللاكتوز) جرعة يومية من سكر اللاكتوز (٥٠جم) ولمدة ستة شهور وفي نهاية هذه الفترة لم يلاحظ أي تحسن على عملية هضم اللاكتوز أي أن اللاكتوز لم يحفز إنتاج اللاكتيز .

وفي عام ١٩٧٧م قام New comer وآخرون بدراسة على مجموعة من الأمريكيين من أصل هندي وكانت نتائجه مؤيدة لصحة النظرية الثانية وهي أن تركيز المادة التي يعمل عليها الإنزيم (اللاكتوز) ليس له أي دور في إفراز الإنزيم .

أساس مشكلة عدم تحمل اللاكتوز :-

لكي يتم فهم هذه المشكلة يجب أن يتم فهم الطبيعة البيوكيميائية والفسيولوجية لها ، فعند شرب اللبن لأشخاص لا يعانون من عدم تحمل اللاكتوز فإن اللبن يمر من المرئ إلى المعدة ثم إلى الأمعاء الدقيقة حيث يتم تحلله بواسطة إنزيم اللاكتيز إلى جلوكوز وجالاكتوز والتحلل يحدث أثناء انتقال السكر إلى الأمعاء الدقيقة .



وإنزيم اللاكتيز هو عبارة عن جليكو بروتين وهو يدخل إلى تجويف الأمعاء خلال الغشاء الخلوي لجدار الأمعاء . فعند مرور السكر يتحرر وينطلق من خلايا الأمعاء بواسطة عملية تحلل البروتين وبالتالي يقوم بتحليل اللاكتوز إلى كل من الجلوكوز والجالاكتوز ، أي أن اللاكتوز يمر من الفم إلى الجزء العلوي من القناة المعوية دون أن يحدث له تغيير تقريباً وعندما يصل إلى الأمعاء الدقيقة تبدأ عملية التحلل . أما بالنسبة لمن يعانون من عدم تحمل اللاكتوز أي الذين لديهم نقص في إفراز إنزيم اللاكتيز تكون درجة النشاط لهذا الإنزيم منخفضة ولذلك فإن اللاكتوز يبقى في الأمعاء الدقيقة دون أن يمتص لأن وزن الجزئ كبير .

واللاكتوز يزيد من نفاذية الأغشية المعوية مما يؤدي إلى حدوث زيادة في امتصاص كل من الكالسيوم والزنك والفوسفور .

وبذلك ببقاء اللاكتوز في الأمعاء الدقيقة تزداد الاسموزية وبالتالي فإن الماء يدخل إلى تجويف الأمعاء أي ينتقل من الجسم إلى الأمعاء الدقيقة وبذلك فإن حجم العصارة المعوية يزداد مما يؤدي إلى ظهور بعض الآلام في البطن والانتفاخ ، وعند دخول السكر إلى الأمعاء الغليظة فإن بكتيريا القولون تقوم بتحليل سكر اللاكتوز حيث يتحول جزء واحد من السكر إلى عدة جزئيات من الغازات (Co_2 ، H_2 ، وغاز الميثان) وأحماض دهنية قصيرة السلسلة مثل حامض الخليك بالإضافة إلى حامض اللاكتيك ، وزيادة الاسموزية في الأمعاء الغليظة يترتب عليه خروج ماء من الجسم إلى الأمعاء وبالتالي يزيد من حالة الإسهال .

وإن كل ١جم من اللاكتوز (الموجود في الأمعاء الغليظة) يتسبب بدخول ٦٥مل من الماء إلى القناة المعوية وهذا يوضح خطورة الإسهال الناتج من عدم تحمل اللاكتوز على سوائل الجسم .

أعراض عدم تحمل اللاكتوز Symptoms of lactose intolerance :

إن أعراض عدم تحمل اللاكتوز تختلف تبعاً لكمية اللاكتوز التي يتناولها الشخص وتبعاً للاختلافات الفردية فمثلاً تناول ٥٠جم من اللاكتوز يسبب الأعراض في ٧٥% من الناس ، بينما ١٠جم من اللاكتوز يؤدي إلى ظهور الأعراض في ٥٠% فقط وهذا يرجع إلى نوعية البكتريا الموجودة بالقولون وقدرتها على تخمر اللاكتوز .

ولقد وجد Vesa وأخرون عام ١٩٩٦ أن تناول اللاكتوز بكمية تبدأ من نصف جرام وحتى ٧جم يومياً لم تؤدي إلى ظهور أية أعراض على الأفراد الذين أجريت عليهم التجربة ، ويتسبب وجود اللاكتوز الحر في الأمعاء الغليظة إلى تخمره بواسطة بكتريا القولون حيث أن اللاكتوز لا يتجزأ إلى جلوكوز وجالكتوز وهكذا يترك بلا امتصاص في الجسم ، ومن نواتج تخمر اللاكتوز في الأمعاء الغليظة غاز الميثان وهو عادة السبب وراء انتفاخ وآلام البطن الحاد .

وتتضمن أعراض عدم تحمل اللاكتوز ما يلي :-

غثيان - مغص - وتشنجات - انتفاخ غازي - إسهال - دوخة - وضعف عام ، وربما يعاني الأشخاص الذين يعانون من نقص اللاكتيز ولا يتجنبون اللاكتوز من نقص في الوزن وسوء تغذية وهناك فرق بين عدم تحمل اللاكتوز والحساسية لبروتين اللبن فالحساسية ترجع لوجود الكازين حيث أنه يثير الجهاز المناعي ، وأعراض الحساسية لبروتين اللبن تكون في صورة كحة ، أرتكيريا ، أما أعراض عدم تحمل اللاكتوز قد سبق توضيحها وتتوقف تلك الأعراض على ما يلي:

١- كمية اللاكتوز التي يتناولها الإنسان .
٢- معدل تفريغ المعدة وبالتالي معدل مرور اللاكتوز إلى القولون .
٣- درجة النشاط اللاكتيز الميكروبي لبكتريا القولون .
٤- درجة تأقلم بكتريا القولون على وجود اللاكتوز .

من يصاب بعدم تحمل اللاكتوز ؟ Who gets lactose interance?

هناك أسباب مختلفة تجعل الإنسان ربما يصاب بعدم تحمل اللاكتوز فالأفراد ذوي الخلفيات أو الأصول الآسيوية والافريقية والأمريكية والاسبانية أكثر احتمالية للتعرض لعدم تحمل اللاكتوز في عمر صغير .

والأفراد ذوي الأمراض المزمنة للأمعاء العصبية (مرض كرون) (Crohn's disease) لديهم مستوى منخفض من إنزيم اللاكتيز .

وهناك مضادات حيوية معينة تسبب عدم تحمل اللاكتوز مؤقتاً لتأثيرها مع قدرة الأمعاء على إنتاج إنزيم اللاكتيز .

وأيضاً بعد حدوث حالة من الإسهال المعدي infections diarrhea يتعرض بعض الأطفال لعدم تحمل مؤقت للاكتوز ، وعادة ما يتحسن هذا بعد أيام أو أسابيع قليلة .

عندما يتقدمون الأشخاص في السن تتوقف أجسامهم عادة عن إنتاج إنزيم اللاكتيز ، ومعظم الناس سوف يصبحون مصابين بعدم تحمل اللاكتوز بمرور الوقت .

ما الذي يحدث للأشخاص المصابين بعدم تحمل اللاكتوز ؟
What happens to people with lactose Intolerance ?

وفقاً لكميات المنتجات اللبنية أو عدد الأطعمة التي تحتوي على ألبان التي يتم تناولها ، وكمية اللاكتيز القليلة التي يتم إنتاجها ، يمكن أن تحدث الإصابة بأعراض متنوعة .

فعادة بعد ٣٠ دقيقة إلى ساعتين بعد تناول الطعام أو المشروبات المحتوية على اللاكتوز سوف يصيب الشخص الذي لديه عدم تحمل اللاكتوز غثيان ومغص بالمعدة وانتفاخ وغازات وإسهال ، وبعض الناس يعتقدون أن لديهم عدم تحمل اللاكتوز في حين أن هذا ليس صحيحاً فلذلك ومن الضروري مراقبة ما يتم تناوله ليتم اكتشاف ما إذا كانت منتجات الألبان هي المشكلة بالفعل في تلك الأعراض أم لا ، ومن المفيد أيضاً مراجعة طبيب يمكنه تشخيص الحالة بشكل صحيح .

التعايش مع عدم تحمل اللاكتوز : **Living with lactose intolerance** :

لا يحتاج جسم الفرد للاكتوز ليصبح في أفضل صحة ، فبعد الطفولة المبكرة لا يعتبر اللبن مصدر جيد للتغذية وليس ضرورياً أن يوجد بشكل حتمي في الغذاء ولكن رغم ذلك فالكالسيوم الذي يوجد باللبن ضروري جداً خاصة للمراهقين من أجل صحة جيدة ولنمو العظام في الأطفال .

ويعتبر عدم تحمل اللاكتوز حالة فردية ، وغالباً ما يكون من السهل التعامل معه إذا كان الشخص على توافق مع جسده ، فمعظم الناس ذوي عدم تحمل اللاكتوز قادرين على تناول كميات قليلة من منتجات الألبان ، ولكن الأفضل لديهم هو تناول المنتجات اللبنية مع خليط من أطعمة أخرى لا تحتوي على اللاكتوز .

ولكن حيث أن كل حالة تختلف من شخص لآخر فلا يوجد طريقة واحدة مبسطة للتعامل مع ذلك ويجب على كل شخص أن يتعلم الطريقة التي تعمل معه بشكل أفضل وفقاً للأعراض وكمية اللاكتيز التي ينتجها الجسم إن وجدت ، ويجب أن يتجنب المراهقين ذو الأعراض الأكثر حدة لعدم تحمل اللاكتوز كل أنواع المنتجات اللبنية ، ويمكن الآخرين التحكم في تلك المشكلة بالمحافظة على الأطعمة اللبنية ومعرفة ما يمكنهم تحمله وما لا يمكنهم تحمله ، وحيث أن المراهقين في مرحلة النمو يحتاجون حوالي ١٢٠٠ مليجرام من الكالسيوم يومياً ، فمن المهم جداً للمراهقين الذين يضطروا إلى حذف منتجات الألبان من أغذيتهم أن يعثروا على مصادر جيدة للكالسيوم ، وربما تكون فكرة جيدة أن يتم البحث عن العون من أخصائي غذائي ، فالأخصائي الغذائي مدرب على التغذية ويمكنه مساعدة الأشخاص المصابون بعدم تحمل اللاكتوز الذي يمكن تجاوزه ببدائل غذائية ويقدمون للشخص وجبة غذائية متوازية جيداً وتعطي الكثير من الكالسيوم وذلك لتكون عظام قوية .

وهذا الأخصائي يعطي للشخص بعض النصائح لكي يتعامل مع عدم تحمل اللاكتوز ومن أمثلة تلك النصائح ما يلي :

١- أن يتناول لبن قليل اللاكتوز أو منزوع اللاكتوز .

٢- أن يتناول إنزيم لاكتيز مساعد (مثل اللاكتيد Lactaid مباشرة قبل تناول منتجات الألبان . ويمكن تناول هذا الدواء في صورة نقط أو أقراص أو حتى يتم اضافته بشكل مباشرة على اللبن (فهو يجعل طعم اللبن أحلى إذا ترك لفترة طويلة) .

٣- عندما يتناول أطعمة تحتوي على اللاكتوز أو يتم شرب اللبن فلابد أن يتناول أطعمة ليس بها لاكتوز في نفس الوجبة لتبطئ الهضم ولتجنب المشاكل .

٤- أن يشرب العصائر الغنية بالكالسيوم .

٥- أن يتناول العديد من الأطعمة الخالية من منتجات الألبان والغنية بالكالسيوم مثل الخضروات الورقية (مثل السبانخ والكرنب البروكلى الصغير) .

٦- أو يتناول الجبن الجاف القديم مثل (الجبن الشيدر) حيث إنه أقل في اللاكتوز .

٧- أن يتناول لبن صويا فهو غني بالكالسيوم . .

٨- أن يتناول الألبان والزبادي والتي تكون أسهل في الهضم وأقل احتمالاً بكثير في تسبب عدم تحمل اللاكتوز .

٩- يمكن أيضاً بحذف منتجات الألبان أن يقل استهلاك الشخص لفيتامين D ولكن بقضاء بعض الدقائق في الشمس مرتان أو ثلاثة أسبوعياً سوف يسمح لجسده بإنتاج فيتامين D كافي .

١٠- يجب أن يكون الشخص حـــــذراً جيداً عند تناوله لأي طعام فيجب معرفة هل الطعام يحتوي على اللاكتوز أما لا ، فالأطعمة التي تحتوي على اللاكتوز منها على سبيل المثال :

[الجبن - الزبد - القشدة - واللبن المجفف (البودرة)]

أنواع عدم تحمل اللاكتوز Types Of Lactose Intolerance :

يوجد ثلاثة أنواع من عدم تحمل اللاكتوز :-

أ) عدم تحمل اللاكتوز الفطري : Congenital Of Lactose Intolerance :

وهذا النوع النادر الحدوث يرجع وجوده إلى عامل وراثي وفي هذه الحالة فإن الأطفال يولدون وليس لديهم القدرة على إفراز هذا الإنزيم من الخلايا المبطنة للأمعاء الدقيقة وفي هذه الحالة يتم استبعاد أي مصدر غذائي يحتوي على سكر اللاكتوز ويتم تغذية الأطفال على خلطات غذائية خالية من اللاكتوز مثل الأغذية المحتوية على فول الصويا .

ب) عدم تحمل اللاكتوز الأولي : Primary Lactose Intolerance :

هذا النوع هو الأكثر شيوعاً وعندما يشار إلى عدم تحمل اللاكتوز فإنه يقصد به عدم تحمل اللاكتوز الأولى وكما ذكر سابقاً فإن غالبية سكان العالم تعاني من مشاكل هضمية بسبب وجود عامل وراثي يمنع إفراز اللاكتيز ، والقدرة على هضم اللاكتوز تبدأ في الانخفاض بعد مرحلة الفطام ، ولقد وجد أن نشاط إنزيم اللاكتيز عند الوصول إلى سن البلوغ يكون حوالي ١٠% من نشاطه بعد الولادة مباشرة وحتى عمر ٣ سنوات.

ج) عدم تحمل اللاكتوز الثانوي : Secondary Lactose Intolerance :

ويرجع وجود هذا النوع إلى حدوث تلف للخلايا المنتجة لإنزيم اللاكتيز في الأمعاء الدقيقة ، وهو نوع غير وراثي ويمكن حدوثه في جميع الأعمار أي لا يتحكم فيه أي جين وراثي ، وتزول أعراض المرض بزوال المسبب ، وفي هذه الحالة فإن الخلايا تنتج كميات منخفضة من اللاكتيز كما أن الإنزيم المفرز يكون نشاطه أقل من الطبيعي ويرجع السبب في ظهور الأعراض لهذا النوع إلى ما يلي :

١- الإسهال لفترة طويلة .
٢- إدمان الكحول .
٣- العلاج بالمضادات الحيوية .
٤- أدوية علاج السرطان .
٥- التهاب الأمعاء .
٦- سوء التغذية.
٧- أي مواد سامة تدخل الجسم .
٨- العلاج بالمواد الكيميائية .

طرق تشخيص عدم تحمل اللاكتوز Diagnosis Of Lactose Intolerance:

إن التشخيص السليم يؤدي إلى معرفة المرض وبالتالي وضع طرق العلاج الصحيحة ، ولذلك فتشخيص أعراض عدم تحمل اللاكتوز يؤدي إلى تجنب الكثير من المشاكل الهضمية .

فمثلاً في حالة عدم تحمل اللاكتوز الفطري فإن التشخيص الدقيق يفيد المتخصصون في الصحة والأطباء وعلماء التغذية وفي هيئات الإغاثة حيث يمكنهم ذلك معرفة نسبة من يعانون من عدم تحمل اللاكتوز الفطري (الخلقي) وبالتالي وضع الخطط المناسبة في توزيع الطعام وتعتبر الاختبارات الأكثر شيوعاً لقياس امتصاص اللاكتوز في الجهاز الهضمي هي اختبار تحمل اللاكتوز ، واختبار تنفس الهيدروجين واختبار حموضة البراز ، ويبدأ اختبار تحمل اللاكتوز بصوم الشخص قبل الاختبار ثم تناول شراب سائل يحتوي على اللاكتوز ويتم أخذ عينات دم متعددة على مدى ساعتين لقياس نسبة الجلوكوز في الدم (سكر الدم) والذي تبين إلى أي مدى يستطيع الجسم الهضم وعادة عندما يصل اللاكتوز إلى الجهاز الهضمي يجزئه إنزيم اللاكتيز إلى جلوكوز وجالكتوز ثم يحول الكبد الجالاكتوز إلى جلوكوز والذي يدخل مجرى الدم ويرفع مستوى الجلوكوز في دم الشخص ، وإذا لم يتم تجزئة

اللاكتوز بشكل كامل لا يرتفع مستوى الجلوكوز في الدم ويتم تأكيد تشخيص المرض على أنه عدم تحمل اللاكتوز .

وتوجد خمسة طرق رئيسية لتشخيص عدم تحمل اللاكتوز وهذه الطرق هي :

(١) **اختبارات الدم** **Blood Tests** :

(أ) **تقدير الجلوكوز في البلازما** :

وفي هذه الطريقة يعطى الشخص جرعة من اللاكتوز عن طريق الفم وفي حالة الأطفال الأقل من ٢٥ كجم تكون في حدود (١,٧٥جم - ٢جم/كجم من وزن الطفل) ، وممكن أن يعطى الأطفال جرعة حتى ٥٠جم لاكتوز يومياً ، ويعطى ١٠٠جم لاكتوز لمن يزيد وزنه عن ٢٥كجم وهذه الطريقة سهلة ونتائجها يتم الحصول عليها خلال ساعتين ويتم تقدير التغيير في مستوى الجلوكوز كل ١٥-٢٠ ق .

فإذا كانت الزيادة في مستوى الجلوكوز في الدم أقل من ٢٠-٢٥ملجم /١٠٠مل فمعنى ذلك أن الشخص غير طبيعي أي أن لديه نقص في إفراز اللاكتيز ومن مشاكل هذا الاختيار أن الحركة الدودية للأمعاء تؤثر على نتيجته كما أن هذا الاختبار حساس لوجود مستويات معينة من بعض الهرمونات .

(ب) **تقدير جالاكتوز البلازما** **Plasms Galactose Test** :

وفي هذا الاختبار يعطى المريض كمية من اللاكتوز تكون في حدود من ٥-٢٠جم لاكتوز ولابد تناول كمية من الكحول مع اللاكتوز وذلك للتنشيط تحويل الجالاكتوز إلى جلوكوز حيث يحدث هذا التحول عن طريق الكبد ويتم قياس مستوى الجالاكتوز في الدم أما كل ١٥-٢٠ق ولمدة ساعتين أو مرة واحدة بعد ٤٥ق وزيادة الجالاكتوز بأقل من ٥ملجم/١٠٠مل معناه أن الشخص طبيعي .

(٣) اختبارات التنفس Breath Tests :

إن اختبارات التنفس أسهل من اختبارات الدم وهي تجرى بطريقة دورية كما أن نتائجها دقيقة والأجهزة المستخدمة رخيصة الثمن وهي تقسم إلى الآتي :-

(أ) تقدير هيدروجين التنفس Hydrogen breath Test :

وهو من أكثر الاختبارات في تشخيص وجود نقص في إفراز اللاكتيز وهو يجرى في كثير من المستشفيات ومعاهد طب الأطفال ويتم التقدير باستخدام جهاز الـ Gas chromatography وفي هذا الاختبار يعطى المريض كمية من اللاكتوز في حدود (١٢,٥ - ٥٠جم) ثم يجرى تتبع الزيادة في الـ H_2 الخارج مع هواء الزفير فزيادة الـ H_2 عن ٢٠ جزء في المليون أو عن ٠,١٣ مل/ دقيقة يعتبر الشخص يعاني من عدم تحمل اللاكتوز ويتم تجميع هواء الزفير في بالونة ثم يتم قياس التغير في كمية الهيدروجين قبل وبعد تناول كمية السكر وعلى فترات منتظمة وبصفة عامة فإن نسبة الهيدروجين في هواء الزفير تكون قليلة جداً وكما ذكر سابقاً بأن الهيدروجين في هواء الزفير يرجع إلى تخمر اللاكتوز بواسطة بكتريا القولون منتجة غازات تشمل الـH_2 وعملية التخمر في القولون ينتج عنها كمية كبيرة من الهيدروجين فشرب حوالي كوب من اللبن (١٢,٥ جم لاكتوز) فمن المتوقع أن يؤدي إلى خروج ٤٢٥٠مل من الهيدروجين ووجود هذا الحجم الكبير من الـ H_2 يسبب الانتفاخ والمغص وفي الواقع فإن كمية الغاز التي تخرج أما عن طريق الزفير أو فتحة الشرج تكون قليلة جداً بالنسبة للكمية الكبيرة المتوقع انطلاقها نتيجة لعملية التخمر في القولون أن حوالي من ١٤-٢١% من الهيدروجين الناتج من عملية التخمر يخرج مع هواء الزفير وعموماً فإن كمية الهيدروجين التي تخرج من الجسم هي عبارة عن الفرق بين الكمية الكلية الناتجة من عملية التخمر وبين الهيدروجين الذي تستهلكه البكتريا في عملياتها الميتابوليزمية وفي عمليات

اختزال الكبريتات وللحصول على نتائج جيدة لهذا الاختبار فإنه يجب مراعاة الآتي :

١- ألا يكون المريض يعالج بالمضادات الحيوية أو أنه قام بالتدخين قبل إجراء الاختبار بفترة قصيرة لأن ذلك يؤثر على نسبة الهيدروجين في هواء الزفير .

٢- ألا تقل كمية اللاكتوز المعطاة عن ٦جم لأن إعطاء المريض أقل من ٦جم لا يؤدي إلى حدوث تغير في H_2 التنفس وبصفة عامة فإن أقل من ٦جم لاكتوز لا يؤدي إلى أية أعراض للنقص في إنزيم اللاكتيز إلا أن بعض الأفراد ذوي النقص الشديد في اللاكتيز يحدث تغير ملحوظ في H2 التنفس عند تناولهم من ٥-١٠جم لاكتوز .

٣- أن يجرى الاختبار بعد ٢٤ ساعة من تناول وجبة غذائية منخفضة في محتواها من الألياف وأن يكون الغذاء خفيفاً وأن يصوم الشخص طوال الليل وجزء من الهيدروجين الناتج من عملية التخمر يمتص من خلال الأمعاء إلى الدم ومنه إلى الرئتين ويخرج بالتالي مع هواء الزفير . وهذا الاختبار لا يجرى على الأطفال الصغار لأنه عند إعطاء جرعة كبيرة من سكر اللاكتوز للطفل ربما يسبب له إسهالاً شديداً ومن ثم يعرض الطفل للجفاف . وتأكيداً على دقة اختبار H2 التنفس قام Hertzer وآخرون في عام ١٩٩٦ بدراسة تأثير كمية اللاكتوز المعطاة ما بين صفر إلى ٢٠جم أوضحت النتائج أن تناول ٢جم لاكتوز لم يكن له أي تأثير معنوي على كمية الهيدروجين المقاسة بينما في حالة تناول ٦جم من السكر زاد حجم الـ H2 بعد ٤ ساعات من التناول وخلصت نتائج الدراسة أنه كلما زادت كمية اللاكتوز الذي يتناولها الشخص كلما أدى إلى زيادة في حجم الهيدروجين المتكون (شكل رقم ٣) وفي تجربة أخرى (شكل رقم ٤) لمعرفة تأثير تناول اللبن أو اللاكتوز أو اللاكتيولوز أو الزبادي على حجم الهيدروجين المتكون وجد أن استهلاك سكر اللاكتوز في كل منهما وهي ١٨جم من اللاكتوز .

ولقد وجد McDonough al. 1987 أن أقل هيدروجين في هواء التنفس كان في الزبادي العادي والزبادي المعامل بالحرارة والمضاف غليه إنزيم اللاكتيز وتوصل Savaiano وأخرون في عام ١٩٨٤ إلى أن الزبادي العادي كان أفضل من كل من الزبادي المبستر ولبن الخض في التخفيف من مشاكل عدم تحمل اللاكتوز ، وبخصوص الدور الذي يلعبه تناول الألبان المتخمرة على تخفيف حدة الأعراض في حالة عدم تحمل اللاكتوز فإننا سنتناول هذا الموضوع بشئ من التفصيل عند التحدث عن الطرق المختلفة التي يمكن اتباعها للتغلب على المشاكل الصحية الناتجة عن نقص إنزيم اللاكتيز وبصفة عامة فإن اختبار هيدروجين التنفس يعطي نتائج أكثر دقة في تشخيص حالات عدم تحمل اللاكتوز عن اختبار تقدير الجلوكوز في الدم .

ب) اختبار Co_2 ^{14} المشع :

وهذا الاختبار يعتمد على تقدير حجم غاز الـ Co_2 ^{14} المشع والمتكون كأحد نواتج التخمر في القولون وهذا الاختبار أقل استخداماً من تقدير غاز H2 ويتم تقدير غاز Co_2 بعد تناول اللاكتوز ويتم مقارنة حجم غاز Co_2 المتكون مع الحجوم الطبيعية في حالة عدم وجود نقص في إنزيم اللاكتوز وبناء عليه يمكن معرفة هل الشخص طبيعي أو غير طبيعي ومن عيوب هذا الاختبار أنه يعرض المريض للأشعة .

جـ) اختبار Co_2 ^{13} :

وفكرة هذا الاختبار مثل الاختبار السابق فبعد تناول الشخص كمية من اللاكتوز تحتوي على C ^{13} فإن تقدير Co_2 ^{13} كأحد النواتج الثانوية لعملية التخمر يعطى فكرة عن درجة عدم تحمل اللاكتوز وهو أكثر انتشاراً من تقدير Co_2 ^{14} وهو آمن بالنسبة للرضع ، الأطفال .

٣) طرق تعتمد على إدخال أنبوبة إلى الأمعاء Intubations Studies :

وفي هذه الطرق يتم إدخال أنبوبة إلى الأمعاء وإما أن يؤخذ جزء من نسيج الأمعاء أو السائل الموجود لتقدير درجة النشاط الإنزيمي للاكتيز وهي

طرق غير مريحة ومحدودة ولا يمكن إجراؤها على عدد كبير من الناس ومن هذه الطريق ما يلي :

(أ) **تقدير إنزيم اللاكتيز في جزء من نسيج الأمعاء** :-

وفي هذه الطريقة يؤخذ جزء من نسيج الأمعاء ويجرى تقدير لدرجة نشاط إنزيم اللاكتيز فإذا كانت أقل من ٢ ميكومول /دقيقة/ جم من النسيج على درجة ٣٧م كان ذلك دليلاً على أن الشخص يعاني من نقص في إفراز اللاكتيز وبالرغم من أن هذه الطريقة دقيقة وتحدد النشاط النوعي بدقة إلا أنها تحتاج إلى أجهزة معقدة وإلى وقت طويل كما أنها غير مريحة لمن سيجرى عليه الاختبار .

(ب) **تقدير اللاكتوز في سائل الأمعاء الدقيقة** :

وفي هذه الطريقة يتم إدخال أنبوبة متعددة التجاويف إلى أمعاء الإنسان ويصب بعد ذلك كمية معينة من اللاكتوز إلى تجويف الأمعاء وتسحب كمية من سائل الأمعاء الدقيقة على فترات زمنية محددة وعن طريق استخدام ^{14}C-labelled المشع Lactose وعن طريق حساب الفرق بين كمية اللاكتوز المتحللة والمتبقية يمكن معرفة درجة نشاط اللاكتيز ، وتحويل أقل من ٩٥٪ من اللاكتوز معناه وجود عدم تحمل اللاكتوز وهذه الطريقة نادراً ما تستخدم .

٤) **طريقة التصوير بالأشعة radiographic test** :

وفي هذه الطريقة يعطى الشخص ٢٥جم من اللاكتوز مع ١٠٠مل من معلق وتؤخذ أشعة أكس لمنطقة البطن كل فترة زمنية محددة ومنها يمكن معرفة ماذا حدث للباريوم وهناك العديد من المشاكل والاعتراضات على إجراء هذا الاختبار منها أنه اختبار غير فسيولوجي كما أن الباريوم يؤثر على اسموزية سوائل الأمعاء الدقيقة أيضاً أي إصابة للأمعاء الدقيقة تؤثر على نتيجة الاختبار ومن أهم عيوب هذه الطريقة هو التعرض للأشعة لوقت كبير وهي نادراً ما تستخدم .

٥) **تحليل البراز Fecal Analysis** :

آخر مجموعة اختبارات تشخيص عدم تحمل اللاكتوز هو اختبارات تحليل البراز حيث يجرى تقدير رقم الـ pH ، وجود المواد المختزلة ، مستويات C^{14} وهذه الاختبارات سهلة الإجراء بالنسبة لكبار السن والمعوقين والأطفال حيث يمكن بسهولة الحصول على عينة من البراز من هؤلاء الأشخاص .

ويتم تقدير الـ pH بعد تناول جرعة اللبن وعند الحصول على رقم pH أقل من ٦ فمعناه أن الشخص يعاني من عدم تحمل اللاكتوز وبالرغم من أن عملية تقدير رقم الـ pH عملية سهلة إلا أن هذا الرقم يتأثر بكمية الماء الموجودة بالأمعاء كما أنه في الواقع غير متخصص لعدم تحمل اللاكتوز .

ومن الاختبارات السهلة أيضاً تقدير المواد المختزلة الموجودة في البراز ونتائج هذا الاختبار تكون في صورة (+) أو (–) وفي حالة كون النتيجة (+) معناه وجود مواد مختزلة أي أن الشخص يعاني من نقص في إفراز إنزيم اللاكتيز . وأخيراً ممكن تقدير C^{14} المشع في البراز وذلك بعد إعطاء الشخص المراد اختباره كمية من C^{14} – Lactose وهذا الاختبار غير دقيق وأن من عيوبه تعرض المريض لمواد نشطة اشعاعياً .

التأثيرات الصحية طويلة المدى لعدم تحمل اللاكتوز :

Long term health effects of lactose intolerance

والنتائج في حالة استمرار عدم تحمل اللاكتوز لفترة طويلة أو المشاكل الصحية طويلة المدى الناتجة عن وجود تحمل اللاكتوز يمكن تلخيصها فيما يلي :

(١) الشخص الذي يعاني من عدم تحمل اللاكتوز يمتنع كلياً أو جزئياً عن شرب اللبن وتناول منتجاته المحتوية على سكر اللاكتوز ومعنى ذلك نقص في كمية الكالسيوم المأخوذة عن طريق الغذاء مما يؤدي إلى زيادة هشاشة العظام أو ما يعرف باسم Osteoporosis إن حوالي ٤٧% من الأشخاص مصابون بعدم تحمل اللاكتوز يعانون أيضاً من هشاشة في العظام

ففي دراسة أخرى أوضحت نقص في سمك طبقة القشرة في العظام لدى الأشخاص الذين يعانون من عدم تحمل اللاكتوز وأن الألبان ومنتجاتها تساهم بحوالي ٧٥% من كمية الكالسيوم الكلية التي يتناولها الإنسان الأمريكي ونقص الكالسيوم يؤدي إلى حالات ظهور ارتفاع ضغط الدم وعموماً تناول حوالي من ٦٠٠-١٢٠٠ ملجم كالسيوم/ يوم تقلل من احتمال خطورة ارتفاع ضغط الدم .

(٢) وقد يكون هناك نقص في امتصاص بعض العناصر إلا أن هناك بعض الدراسات التي أوضحت أنه لا يوجد فرق بين الناس العاديين والمصابين بعدم تحمل اللاكتوز من ناحية امتصاص البروتين ، الدهن ، فيتامين C عند تناولها من غذاء معين غير اللبن .

(٣) استمرار الإسهال عند الأطفال ممكن أن يؤدي إلى حدوث جفاف للطفل .

(٤) إن الأطفال يتناولون يومياً من ١,٥ - ٣ مرة من اللاكتوز أكثر من الأشخاص البالغين فمعظم البالغين يتناولون في حدود ٢٥جم لاكتوز يومياً بينما الأطفال يتناولون أكثر من ٥٠جم في اليوم أي أنه بحساب الكمية المستهلكة لكل كيلوجرام نجد أن الطفل يستهلك أضعاف ما يستهلكه البالغ لذا نقص إفراز اللاكتيز عند الأطفال يسبب لهم الكثير من المشاكل .

(٥) من الآثار طويلة المدى والمرتبطة بعدم تحمل اللاكتوز عند الأطفال ظهور ما يسمى بالـ Acidosis حيث يتغير فيها رقم pH الدم .

(٦) أيضاً مشاكل سوء التغذية للأطفال المصابين بعدم تحمل اللاكتوز أكبر منها للأطفال العاديين .

(٧) وجدت علاقة بين قرحة القولون وبين نقص إنزيم اللاكتيز فبعض الدراسات أوضحت أن حوالي ٥٠% ممن يعانون من قرحة القولون يعانون

من نقص في إفـــــراز إنزيم اللاكتيز وقد تصل هـذه النسبة إلى ١٠٪ فقط ولكن على أية حال هناك علاقة بينهما .

(٨) نتيجة للاضطرابات التي تحدث في الأمعاء ونتيجة لحالات الإسهال الشديدة فإن معدل نمو البكتريا يتأثر سلبياً وهذه البكتريا تلعب دوراً صحياً كبيراً بالنسبة للأطفال لأن هذه البكتريا من أهم أنواع الـ Probiotics.

(٩) قد تظهر حالات تسمم الدم Loxemia شديدة الحساسية للبروتينات نتيجة للنقص الشديد في إنزيم اللاكتيز .

(١٠) وجد أن هناك علاقة بين الأمراض الجلدية eczema وعدم تحمل اللاكتوز وأن إعطاء المريض lactose free diet أدى إلى اختفاء أعراض المرض تماماً ، وهذه النقطة تحتاج إلى مزيد من البحث والدراسة .

إنتاج أنزيم اللاكتيز تجارياً :

: Commercial production of lactose

من الطرق المتبعة في كثير من الدول للتغلب على مشكلة نقص إنزيم اللاكتيز إما إضافة إنزيم اللاكتيز إلى اللبن مباشرة أو تناوله في صورة أقراص وبالتالي يستمتع من يعانون من عدم تحمل اللاكتوز من شرب اللبن دون ظهور أية متاعب صحية .

وعملية الحصول على إنزيم اللاكتيز بصورة تجارية بدأت منذ حوالي ٢٠ عاماً وكان الهدف الأساسي من الحصول عليه هو التغلب على المشاكل الناتجة عن استهلاك اللبن ومنتجاته لمن لديهم نقص في إفرازه وتوجد بعض النقاط الهامة والتي تؤخذ في الاعتبار عند استخلاص الانزيم (من البكتريا أو الخميرة أو الفطر) وذلك للاستخدام التجاري وهذه النقاط كما أوضحها هي كالآتي :

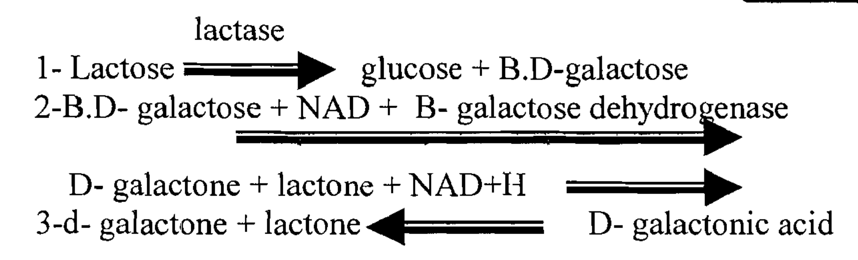
أ) درجة النقاوة .

ب) درجة الحرارة المثلى .
ج) درجة التخصصية .
د) درجة الـ pH الأمثل .
هـ) درجة ثبات الانزيم .

ويستخلص إنزيم B-galactosidase بصورة كبيرة من مصادر مختلفة .

ومن أهم هذه الصعوبات التثبيط الذي يحدث للأنزيم نتيجة ما يعرف باسم End-product inhibition ، حيث أن نواتج تحلل اللاكتوز عبارة عن الجلوكوز والجالاكتوز ، وتراكم الجالاكتوز يؤدي إلى تثبيط للانزيم حيث يؤثر ذلك على خفض معدل التفاعل بنسبة ٥٠% وهذا بالطبع غير مرغوب فيه ويعتبر مشكلة في مجال الصناعة ولقد ثبت أن الانزيم المستخرج من الخميرة حساسيته للتثبيط بواسطة الجالاكتوز أقل من الناتج من الفطر وعليه فإن الانزيم المستخرج من الخميرة يستخدم على نطاق تجاري في إنتاج إنزيم اللاكتيز .

وهناك طريقة تستخدم في الصناعة لمنع تراكم سكر الجالاكتوز وبالتالي تلافي التأثير المثبط لهذا السكر على عملية التحلل المائي للاكتوز وهي عبارة عن تحويل الجالاكتوز إنزيمياً إلى حامض الجالاكتونيك والحامض المتكون يمنع التأثير السلبي للجالاكتوز والمعادلات التالية توضح خطوات تحويل الجالاكتوز إلى حامض جالاكتونيك .



ومن أجل الحصول على حامض الجالاكتونيك ولمنع تأثير End – product inhibition فإن B- galactose dehydrogenase يضاف إلى اللبن مباشرة وبذلك لا يحدث تثبيط للتفاعل وهناك طريقة أخرى للتغلب على التثبيط الذي يسببه الجالاكتوز وهذه الطريقة تتلخص في المحافظة على أن يكون تركيز اللاكتوز أعلى بكثير من تركيز الجالاكتوز حيث إنهما يتنافسان على نفس مكان الارتباط في انزيم اللاكتيز ويتم ذلك عن طريق امرار اللبن خلال تجويف أنبوبة تحتوي على انزيم اللاكتيز على غشائها الداخلي والأنبوبة محاطة بأنبوبة خارجية والأنبوبة الخارجية OUTER TUBE تقوم بتجميع نواتج تحلل اللاكتوز حيث يمر كل من الجلوكوز والجالاكتوز عبر الغشاء الداخلي إلى الأنبوبة الخارجية وبهذه الطريقة يكون تركيز اللاكتوز أعلى بكثير .

وبهذه الطريقة يمكن إنتاج لبن منخفض في محتواه من السكر وبالتالي يمكن لأي إنسان الاستفادة من القيمة العالية للبن ومنتجاته دون حدوث أية مشاكل صحية .

وللحصول على لبن منخفض اللاكتوز فإنه يمكن إضافة الانزيم إلى اللبن في المصنع وعندما يصل اللبن إلى المستهلك تكون نسبة كبيرة من اللاكتوز قد تحللت وطبعاً هناك زيادة في سعر العبوة نتيجة لهذه الإضافة وقد يضاف الانزيم إلى اللبن ثم يجرى عليه عملية بسترة بعد ذلك ثم تقفل العبوات وتبرد أو أن يبستر اللبن أولاً ثم يضاف إليه الانزيم وفي هذه الحالة يجب أن يترك اللبن فترة ٢٤ ساعة حتى يتم تحلل حوالي ٧٠% من سكر

اللاكتوز إلى جلوكوز وجالاكتوز وفترة الـ ٢٤ ساعة هي الفترة التي يستغرقها اللبن عادة بعد انتهاء عملية التصنيع وحتى يصل إلى المستهلك .

وقد يضاف الانزيم وهو في صورة سائلة إلى اللبن في المنزل وفي هذه الحالة فإن اللبن يحضن على درجة حرارة الثلاجة وباتباع هذه الطريقة يتم تحويل حوالي ٧٠% من السكر إلى وحداته الأساسية وهذه الطريقة تعطي للمستهلك المرونة والحرية في كمية السكر المراد تحللها عن طريق التحكم في كمية الإنزيم وفي وقت التحضين وإذا أراد المستهلك فإنه قد يصل إلى نسبة تحلل من ٩٠-١٠٠% وذلك في حالة الأشخاص الذين يعانون من النقص الحاد في إفراز انزيم اللاكتيز .

وقد يوجد انزيم اللاكتيز ويباع على هيئة أقراص أو هي تمضغ عند تناول اللبن أو أي غذاء يحتوي على سكر اللاكتوز وهي طريقة مريحة وسهلة الاستعمال وهذه الأقراص تباع في محلات الأغذية في كثير من دول العالم والانزيم في هذه الحالة مستخرج من الخميرة Kluyveromyces .

وعادة تغلف الأقراص المحتوية على اللاكتيز بواسطة مادة الاجينات وهذه الطريقة تحمي اللاكتيز من الإنزيمات المحللة للبروتين ومن الحموضة العالية بالمعدة كما أن مادة الاجينات تعمل على تقليل تأثير المثبط للجالاكتيز ولقد أثبتت التجارب أن قرص واحد يقضي على الأعراض المترتبة على نقص اللاكتيز بنسبة ٥٨% كما ان تناول قرصين يكون كافي للتغلب على ٧٥% من الأعراض .

١ - طرق علاج مشكلة عدم تحمل اللاكتوز :-

Treatments of lactose intolerance

حالياً لا يوجد علاج لعدم تحمل اللاكتوز ، ولكن هناك طريقتين فقط للتكيف مع عدم تحمل اللاكتوز :

إذا كنت تستطيع أن تعيش بدون استهلاك منتجات لبنية فكل ما يجب عليك فعله هو الابتعاد عن هذه المنتجات ، ومع ذلك يجب أن تتأكد من أنك لا تشتري أطعمة بها لبن مخبأ بها لأنك ربما تعاني من بعض الأعراض .

والاختيار الثاني هو أن تستبدل اللاكتيز الذي لا ينتجه جهازك الهضمي وبهذه الطريقة ربما تكون قادراً على الاستمتاع بالمنتجات اللبنية بدون معاناة وهناك مجموعة من الشركات الطبية التي تنتج أقراص انزيم اللاكتيز التي يتم تناولها مع الغذاء ومن هذا الموقع يمكن شراء هذه الكبسولات والأكثر من ذلك أنه يمكن الحصول على نقط انزيم اللاكتيز التي تعالج بها اللبن فيمكن بذلك التمتع بكوب من اللبن بدون لاكتوز ، وإذا لم يتم تناول كبسولات انزيم اللاكتيز ، فيجب على الأطفال الصغار ذوي نقص اللاكتيز ألا يتناولوا أية أطعمة تحتوي على اللاكتوز بشكل كامل ، ولكن يمكن للأفراد تناول كميات مختلفة من اللاكتوز فمثلاً ربما يعاني شخص من الأعراض بعد تناول كميات مختلفة من اللاكتوز فمثلاً ربما يعاني شخص من الأعراض بعد تناول كوب صغير من اللبن ، بينما يستطيع شخص آخر أن يشرب كوبين من اللبن وهناك بعض الأشخاص القادرين على تحمل بعض المنتجات المحتوية على اللاكتوز ولا يتحمل البعض الآخر وهذه عملية تعليمية لكل فرد لمعرفة الكمية التي يمكن أن يتحملها الفرد في منتجات محتوية على اللاكتوز .

ويمكن للإنسان أن يشتري منتجات لا تحتوي على اللاكتوز فالمتاجر الكبيرة تبيع العديد من منتجات فول الصويا التي يمكن أن تحسن حياة الإنسان بدون مخاطرة استهلاك وتناول اللاكتوز وبذلك يمكن العثور على العديد من المنتجات الغير لبنية ومن ضمنها الزبد والزبادي والقشدة وطبعاً لبن الصويا ، ويحتوي هذا اللبن على جميع العناصر الغذائية شاملة الكالسيوم الموجود في اللبن العادي ويمكن شراء لبن صويا غير مُحلى أو مُحلى عادة بالفركتوز ويرجى التأكد أنه في حالة شراء منتجات غذائية بدون لاكتوز يجب أن يتم البحث عن مكونات أخرى تحتوي على لاكتوز غير ظاهر وإلا فقد يصاب الشخص بالأعراض في كل الأحوال ويمكن تناول منتجات الألبان ولكن لابد تناول أنزيم اللاكتيز ويكون ذلك في شكل نقط تضاف على اللبن

أو كبسولات يتم تناولها قبل الوجبة ، فهي فعالة جداً لأنها تضع إنزيم لاكتيز كافي في الجهاز الهضمي وهذا ما لا يستطيع الجسم عمله .

* الكالسيوم واللاكتوز في الأغذية المعروفة :

الغـــــــــذاء	محتوى الكالسيوم ملجم	محتوى اللاكتوز جم
*الخضروات		
عصير برتقال مشبع بالكالسيوم	٣٠٨ - ٣٤٤	ـــــ
سردين (أوقية)	٢٧٠	ـــــ
سلمون معلب (أوقية)	٢٠٥	
لبن صويا مقوى-كوب واحد	٢٠٠	
قرنبيط(نيء)-كوب واحد	٩٠	
برتقال -واحدة متوسطة	٥٠	
فاصوليا - نصف كوب	٤٠	
تونا معلبة - ٣ أوقية	١٠	
خس (ورق)نصف كوب	١٠	
* منتجات الألبان		
زبـادي سـادة قليـل الدسـم	٤١٥	٥
كوب	٢٩٥	١١
لبن قليل الدسم-كوب	٢٧٠	١
جبن سويسري - (أوقية)	٨٥	٦
آيس كريم - نصف كوب	٧٥	٢-٣
جبن كوتاج - نصف كوب		

وبشكل واضح يظهر أن هناك العديد من الأطعمة التي يمكن أن تعطي الكالسيوم والعناصر الغذائية الأخرى التي يحتاجها الجسم ، وحتى لو كان استهلاك اللبن ومنتجات الألبان محدودا ومع ذلك فالعناصر غير الكالسيوم واللاكتوز يجب أخذها في الإعتبار عند التخطيط لحمية غذائية .

وهناك بعض الخضروات الغنية بالكالسيوم (الشوندرة السويسرية ، السبانخ ، الروباب مثلا) والتي لم يتم إدراجها في القائمة حيث أن الجسم لايستطيع استخدام الكالسيوم الذي تحتويه .

وهي أيضا تحتوي على عناصر يسمى أو كسالات ، وهي توقف امتصاص الكالسيوم واستخدامه فقط عندما يكون هناك ما يكفي من فيتامين D في الجسم ويجب أن يقدم الغذاء المتوازن تزويدا كافيا من فيتامين D وتتضمن مصادر فيتامين D في البيض والكبد . ومع ذلك يساعد ضوء الشمس الجسم بطريقة طبيعية على امتصاص أو انتاج فيتامين D ، ومع تعرض كافي للشمس ربما تكون مصادر الطعام غير ضرورية ، وربما يعتقد بعض الأشخاص المصابين بعدم احتمال اللاكتوز أنهم لايحصلون على كالسيوم وفيتامين D كافي في طعامهم . وربما تكون استشارة مع طبيب أو خبير تغذية ذات فائدة في تقرير ما إذا كانت هناك حاجة لأي امداد غذائي ويمكن تناول فيتامينات أو معادن من نوع خاطيء مُضرا . ويمكن أن يساعد خبير التغذية في تخطيط وجبات تعطيك أقصى عناصر غذائية بأدنى فرصة لحدوث إزعاج مشاكل عدم تحمل اللاكتوز .

ما هو اللاكتوز الغير ظاهر ؟

بالرغم من أن اللبن والأغذية المصنوعة من اللبن هي المصادر الوحيدة الطبيعية الا أن اللاكتوز غالبا ما يضاف الى الأطعمة الجاهزة . ويجب أن يعلم الأشخاص ذو التحمل الضعيف جدا للاكتوز عن عدة منتجات غذائية ربما تحتوي على كميات صغيرة مثل :

الخبز والمنتجات المخبوزة الأخرى

حبوب الأفطار المصنوعة

المشروبات في الإفطار، والشوربة ، والبطاطا الفورية .

الزبد النباتي .

لحوم الغذاء (غير الكوشر)

توابل السلطة .
الحلويات والوجبات الخفيفة الأخرى .
خلطات الفطائر والبسكويت والكعك
مكملات بديل وجبة مطحونة .
وبعض المنتجات تدرج على أنها غير لبنية مثل كريمة القهوة المطحونة والتوبينجس المخفوق ربما تحتوي ايضا على عناصر مشتقة من اللبن وهكذا تحتوي على اللاكتوز .

والمتسوق الذكي يتعلم أن يقرأجدول الطعام بحرص ولا يبحث فقط على اللبن واللاكتوز بين المحتويات ، ولكن أيضا على كلمات مثل روائب ، ومنتجات من اللبن ، مواد صلبة - لبن مجفف ، ولبن بودرة منزوع الدسم . إذا كان أي من هذه العناصر في الجدول ، فإن المنتج يحتوي على اللاكتوز .

وبالإضافة إلى ذلك يستخدم اللاكتوز كقاعدة لأكثر من ٢٠% من وصفات الأدوية وحوالي ٦% من الأدوية المساعدة ، وتحتوي العديد من أنواع حبوب السيطرة والمراقبة على اللاكتوز على سبيل المثال ، وكذلك بعض أقراص حمض وغازات المعدة . ومع ذلك فهذه المنتجات تؤثر فقط على الأشخاص الذين لديهم عدم تحمل شديد للأكتوز .

بالرغم من أن عدم تحمل اللاكتوز منتشر بشكل واسع، الا أنه لا يشكل تهديدا جادا على الصحة الجيدة ، فالأشخاص الذين لديهم مشكلة في هضم اللاكتوز يمكن أن يتعلموا أي منتجات ألبان وأي أطعمة أخرى يمكن تناولها بدوت الشعور بعدم الراحة ، وأيها يجب تجبنه . فالعديد سيكونون قادرون على الإستمتاع باللبن والآيس كريم ومثل هذه المنتجات إذا تناولها بكميات صغيرة أو تناولوا معها أنواع أخرى من الطعام في نفس الوقت . وآخرون يمكنهم استخدام سائل أو شراب اللاكتيز أو الأقراص للمساعدة في هضم اللاكتوز حتى النساء كبار السن المعرضين لمسامية العظام

والأطفال النامين الذين يجب أن يتجنبوا اللبن أو الأطعمة المصنوعة من اللبن يمكنهم التوافق مع معظم أغذيتهم الضرورية بتناول الخضروات المورقة والسمك وأغذية أخرى غنية بالكالسيوم والخالية من اللاكتوز ويعتبر الاختيار الحريص في الغذاء ذو مكملات كالسيوم إذا نصح بها الدكتور أو حبير التغذية - هو المفتاح لتقليل الأعراض وحماية الصحة المستقبلية .

الخلاصة

١- كثير من الناس يفقدون القدرة على إفراز انزيم اللاكتيز وبصفة تدريجية وذلك بعد انتهاء مرحلة الرضاعة وبالتالي يفقد هؤلاء الناس القدرة على هضم سكر اللاكتوز ، ومنذ زمن طويل أي ما قبل التاريخ حدثت صفرة وراثية أدت إلى ثبات نشاط انزيم اللاكتيز وعدم تأثيره بالعمر ولقد حدثت هذه الطفرة لأغلبية سكان وسط وشمال أوروبا ، وعدم تحمل اللاكتوز يعتبر من أكثر صور سوء هضم الكربوهيدرات انتشارا.

٢- إن ثبات نشاط انزيم اللاكتيز وعدم تأثره بتقدم العمر يعتبر صفة وراثية وهي تنتقل من جيل الآباء إلى جيل البناء .

٣- عادة ما يتم الحكم على ان الشخص يعاني من سوء هضم اللاكتوز وبالتالي من عدم تحمله للسكر بعد إعطائه كمية من اللاكتوز تبلغ حوالي ٥٠جم مذابة في الماء (تقريبا تعادل لتر لبن) على أنيكون الشخص قد صام قبل تناوله السكر ، ويتم التشخيص عن طريق زيادة جلوكوز الدم أو تقدير هيدروجين التنفس ، ويمكن أيضا الكشف عن تحمل اللاكتوز عن طريق تقدير نشاط انزيم اللاكتيز مباشرة وذلك باسئصال جزء من نسيج الأمعاء الدقيقة خاصة الجزء الأوسط ، وبالنسبة للأطفال فإنه يجب مراعاة وزن الطفل وكمية السكر المعطاه حيث أنها تتوقف على وزن الطفل لأن زيادة الجرعة قد تؤدي إلى آلام في منطقة البطن وإسهال ومغص .

٤- إن نسبة وجود عدم تحمل سكر اللاكتوز تختلف اختلافا كبيرا بين شعوب العالم فهي تتراوح من ١٠٠% كما هو الحال في تايلاند إلى ٣% كما هو الوضع بالنسبة لكل من السويد والدانمارك .

٥- في حالة زيادة كمية اللاكتوز المتناولة عن قدرة انزيم اللاكتيز على تكسير هذا السكر الثنائي الى كل من الجلوكوز والجالاكتوز الغير مهضوم يمر إلى الأمعاء الغليظة، وهناك يتم تخمره بواسطة بكتريا القولون حيث تنتج اساسا أحماض دهنية قصيرة السلسلة وغاز الهيدروجين والغاز المتكون يسبب انتفاخات ومغص وآلام في منطقة البطن ، كما أن نواتج التخمر قد تؤدي إلى حدوث إسهال .

٦- يوجد ثلاثة انواع من عدم تحمل اللاكتوز وهي كالآتي :

(أ) عدم تحمل اللاكتوز الفطري

(ب) عدم تحول اللاكتوز الأولي

(ج) عدم تحمل اللاكتوز الثانوي

٧- هناك اختلافات فردية كبيرة بين الناس في قدرتهم على عدم تحمل اللاكتوز ، وبالتالي هناك اختلافات غي كمية السكر التي يمكن تناولها دون حدوث أية أعراض ، وبصفة عامة فإن شرب اللبن أثناء تناول الوجبات الغذائية يقلل من الأعراض المصاحبة لعدم تحمل اللاكتوز .

٨- مع زيادة ادراك الناس بالمشاكل الصحية المترتبة على عدم تحمل اللاكتوز فإن شكات كثيرة في أمريكا مثل Lactaid- Darry Ease تقوم بإنتاج اللاكتيز إما في صورة سائلة أو أقراص للمضغ أو للبلع وفي حالة الصورة السائلة فإنه يضاف عدة نقط من الأنزيم إلى اللبن قبل شربه وبذلك تقل نسبة اللاكتوز فيه بنسبة قد تصل إلى ٧٠% .

٩- هناك فرق بين عدم تحمل اللاكتوز والحساسية لبروتين اللبن فالحساسية لبروتين اللبن تظهر في الأطفال وحتى عامهم الأول

وخاصة الذين يعتمدون على الرضاعة الصناعية وهناك اختلاف بين اعراض عدم تحمل اللاكتوز والحساسية لبروتين اللبن أو ما يسمى Cow Milk allergy حيث أن هذه الحساسية قد تؤدي إلى القيء وإلى التهابات في الجلد .

١٠- كثير من برامج تغذية الأطفال والمنتشرة على نطاق واسع عالمي توصي بأنه يجب تغذية الأطفال يوميا على كوب من اللبن حوالي (٢٤٠مل) حيث أنه وبعد عدة أسابيع يصبح هناك تأقلم بين شرب اللبن وإفراز انزيم اللاكتيز .

التشريعات والمواصفات الخاصة بالألبان

لقد أخذت صناعة الألبان في الدول المتقدمة مركزا اقتصاديا في الوقت الحاضر من حيث الدخل . وتبعا لذلك تعمل هذه الدول على ضرورة توفير رأس المال الكافي لتربية ماشية اللبن وبناء المصانع الخاصة بتصنيع اللبن ومنتجاته مع توفير وسائل النقل والتوزيع .

وكما هو معروف لنا منذ القدم اهمية اللبن كغذاء إلا أنه كصناعة لم تزدهر إلا في أواخر القرن قبل الماضي ، وبتقدم العلوم الحديثة أمكن معرفة تركيب اللبن وكذا استخداماته - وبناء عليه ازداد الاهتمام بالناحية الصحية للمستهلكين ، حيث يعتبر اللبن من المواد الغذائية الخاصة التي تفسد بسرعة إذا ما ترك عدة ساعات بمنبع إنتاجه .

وعلى ذلك أخذت الدول المتقدمة في صناعة الألبان بتطوير القوانين والتشريعات لحماية المنتج والمستهلك بغرض زيادة تداول اللبن ومنتجاته خصوصا وأن بعض الدول مثل امريكا يصل استهلاك الفرد بها من منتجات الألبان إلى ٣٠-٤٠% من ثمن الغذاء الكلي ، من ذلك يتضح مدى الإستفادة من القيمة الغذائية العالية للألبان .

بناء على ما تقدم كان لابد من إنشاء هيئة مستقلة من المهتمين بصناعة الألبان من وزارة الزراعة ووزارة الصحة خاصة جهاز الخدمة البيطرية لماشية اللبن وتتولى هذه الهيئات وضع المواصفات القياسية والتي تقنن بعد ذلك في صورة قوانين وتشريعات تحكم العلاقة بين المنتج والمستهلك .

وهذا الباب الغرض منه معرفة ودراسة القوانين والتشريعات القديمة التي كانت بمثابة الحكم الفاصل بين المنتج والمستهلك وكانت معظمها قديمة في الخمسينات ، وكيفية تطويرها من خلال تنوع منتجات الألبان خاصة ألبان الشرب مع الزيادة المستمرة للمستهلكين . فصدرت مواصفات لتطوير وتعديل تلك القوانين القديمة .

فنجد أن التشريعات الخاصة بالألبان السائلة وتشمل اللبن الخام / الألبان المعاملة والتي تتعلق بالقانون ١٣٢ لسنة ١٩٥٠ وكيفية تعديله بالقانون رقم ١٠٦ لسنة ١٩٨٠ وكذلك بيان المواصفات القياسية للألبان ومنتجاتها رقم ١٥٤ لسنة ١٩٦٦ ، مواصفة رقم ١٥٤ لسنة ١٩٧٦ والمعدلة من هيئة التوحيد القياسي بوزارة الصناعة .

١- اللبن الخام

تعريف :

هو الإفراز الطبيعي للغدد اللبنية الناتج من الحلب الكامل لحيوان ثديي أو أكثر من نوع واحد والممزوج جيدا وذلك بعد انقضاء فترة السرسوب .

ينص التشريع القديم على ان اللبن المحلوب من حيوان خلاف الجاموس يجب تمييز أوعيته وأن يعلن عن نوع الحيوان بالطريقة التي يقررها الوزير وإلا اعتبر لبن جاموسي ، لا يجوز تداول لبن خليط من ألبان ماشية

مختلفة الأنواع - ويحظر بيع اللبن ما لم يكن نظيف طازج خالي من الشوائب والمواد الملونة ولم ترفع حرارته صناعيا - لم ينزع جزء من قشدته .

(مادة (١) ، (٢) من القانون رقم ١٣٢ لسنة ١٩٥٠)

- أرى تبعا لما هو قائم بالدول الأجنبية مثل أمريكا/ ألمانيا أن اللبن الخام الغير معامل يجب بيعه فورا دون معاملته حراريا ، هذا إذا ما توفر به النواحي الصحية خاصة المحتوى الميكروبي أي لا يزيد عدد البكتريا عن ١٠٠ ألف بكتريا / ١سم ٣ وفي أمريكا يصل عدد البكتريا ٥٠ ألف بكتريا / ١سم ٣ .

- في حين تحدد المواصفة رقم ١٥٤ لسنة ١٩٦٦ (هيئة التوحيد القياسي) عدة اشتراطات :-

١- أن يكون اللبن ناتج من حلب حيوان ثديي مصرح بتداول ألبانها وهي : الجاموس / البقر / الأغنام / الماعز وأن تكون هذه الحيوانات سليمة خالية من الأمراض المعدية .

٢- أن يكون اللبن نظيف خالي من الشوائب ، طبيعي في طعمه وقوامه ولونه ورائحته .

٣- ألا يكون قد سبق تسخينه وألا يتجبن بالغليان .

٤- أن يكون خالي من أى مواد مضافة وألا يكون قد نزع شيء من مكوناته الطبيعية .

٥- أن تميز أوعية اللبن المحلوب من حيوان خلاف الجاموس بعلامة مبين عليها نوع الحيوان .

٦- أن تطبق مواصفات اللبن الجاموسي على اللبن الموجود بالاوعية الخالية من أي علامة مميزة وكذلك على اللبن المخلوط من لبن جاموسي وأي لبن آخر من الألبان المصرح بتداولها .

٧- لا يجوز عرض أو بيع لبن حليب خام خليط للجمهور .

*** مواصفة رقم ١٥٤ لسنة ١٩٧٦ (الهيئة العامة للتوحيد القياسي) تضيف عدة اشتراطات أخرى :**

- لا يجوز حلب الماشية إذا كانت تعالج بعقاقير طبية أو مضادات حيوية تفرز مع اللبن
- يحظر نقل اللبن المعد للبيع مع المياه أو اللبن الفرز أو أي مادة أخرى تسهل عملية غشه وتعرضه للتلوث .
- على كل من يشتغل في بيع أو نقل أو تحضير اللبن ومنتجاته أن يكون خاضع للاشراف الصحي وخالي من أي أمراض معدية وغير حامل لجراثيمها .

*** المواصفات والمقاييس الخاصة بالألبان ومنتجاتها (الجريدة الرسمية العدد ٦٨ الصادر بتاريخ ١٩٦١/٩/١) :-**

أ- لبن جاموسي يجب الا تقل نسبة الدسم عن ٥,٥% ، نسبة الجوامد الصلبة غير الدهنية لا تقل عن ٨,٧٥% .

ب- لبن بقري لاتقل نسبة الدسم عن ٣% ، نسبة الجوامد الصلبة غير الدهنية لا تقل عن ٨,٥% .

ج- لبن الماعز يجب الا تقل نسبة الدسم عن ٢,٥% ، نسبة المواد الصلبة غير الدعنية عن ٧,٥% .

د- لبن الأغنام يجب الا تقل نسبة الدسم عن ٤% ، نسبة الجوامد الصلبة غير الدهنية عن ٩% .

*** تنص المواصفة ١٥٤ لسنة ١٩٦٦ (الهيئة العامة للتوحيد القياسي) على :**

١- ألا تقل نسبة الدسم في لبن الجاموس والأغنام عن ٥,٥% ، ألا تقل نسبة الدسم في لبن الأبقار والماعز عن ٣% .

٢- ألا تقل نسبة الجوامد غير الدهنية في ألبان الجاموس والأغنام عن ٨,٧% ، والأبقار عن ٨,٥% .

*** في حين تشترط المواصفة رقم ١٥٤ لسنة ١٩٧٦ (هيئة التوحيد القياسي) على :**

١- لبن جاموسي لا تقل تسبة الدهن عن ٥,٥% ، الجوامد الصلبة غير الدهنية عن ٨,٧٥% .

٢- لبن بقري لا تقل نسبة الدهن عن ٣% ، الجوامد الصلبة غير الدهنية عن ٨,٥% .

٣- لبن ماعز لاتقل نسبة الدهن عن ٣% ، الجوامد الصلبة غير الدهنية عن ٨,٥% .

٤- لبن غنم لا تقل تسبة الدهن عن ٥% ، الجوامد الصلبة غير الدهنية عن ٨,٧٥% .

الألبان المعاملة

عبارة عن الألبان الخام المعاملة بالحرارة سواء المبسترة أوالمعقمة

*** ينص القرار الخاص بشروط معامل البسترة واللبن المبستر (الجريدة الرسمية العدد ٣٧ بتاريخ ١٩٥٤/٥/١٠) :**

يجب أن يكون اللبن الناتج مطابق لاختبار الفوسفاتيز كما هو موضح بالبند الرابع من القانون ١٣٢ لسنة ١٩٥٠ كما يجب أن يكون مطابق لاختبار أزرق الميثلين بحيث لا يتغير في مدة ٣٠ دقيقة .

*** في حين تحدد المواصفة ١٥٤ لسنة ١٩٦٦ (هيئة التوحيد القياسي) تعريف للألبان المبسترة والمعقمة :**

اللبن المبستر :

هو اللبن الذي تعرضت كل جزيئاته لعملية بسترة تضمن إبادة الميكروبات المريضة .

اللبن المعقم :

هو اللبن المسخن لدرجة أعلى من ١٠٠ درجة مئوية تحت ضغط والخالي من جميع الميكروبات المرضية وغيرها بعد تعبئته بطريقة آلية في الأوعية التي يباع بها .

*** في حين أعطت المواصفة ١٥٤ لسنة ١٩٧٦ تعريف للألبان المبسترة والمعقمة كالآتي :**

اللبن المبستر :

هو اللبن الطازج الذي تعرضت كل جزيئاته لعملية بسترة تضمن إبادة الميكروبات الممرضة وذلك برفع درجة حرارته دفعة واحدة لوقت محدد ثم يبرد فورا إلى درجة حرارة أقل من 7°م .

اللبن المعقم :

هو اللبن الذي جنس وتعرض لدرجة حرارة لاتقل عن 100°م ولمدة محددة .

* تتفق الاشتراطات في مواصفة رقم ١٥٤ لسنة ١٩٦٢ م ومواصفة رقم ١٩٧٦ لسنة ١٩٧٦ م على عدة اشتراطات خاصة باللبن المبستر والمعقم هي :

أ - في حالة اللبن المبستر :

١- يكون مطابق لاختبار الفوسفاتيز وأزرق الميثلين.
٢- تعبا العبوات آليا بطريقة تضمن عدم أي تلوث خارجي.
٣- توضع على العبوات تاريخ الإنتاج .
٤- تحفظ الألبان المبسترة على درجة حرارة أقل من ١٠ْ م .
٥- لايجوز بيع اللبن المبستر أو تداوله بعد ٢٤ ساعة من تاريخ إنتاجه .

ب - في حالة اللبن المعقم :

١- يكون خاليا من أي ميكروبات مرضية .

٢- لا يطرأ عليه أي تغير على خواصه الطبيعية إذا حفظ على درجة حرارة 37°م لمدة ثلاث أيام .

٣- يعطي نتيجة سالبة لاختبار التعكير .

٤- تجرى عملية التعقيم في نفس العبوات المعدة للبيع والتي تغلق غلق محكم بطريقة آلية بعد عملية التعقيم . مباشره أو بالطريقة المستمرة حيث يعقم اللبن وتعبأ في عبوات معقمة على أن يكون القفل تحت ظروف معقمة .

جـ- المواصفات سواء في حالة اللبن المبستر أو المعقم تنص على أنه :

لاتقل نسبة الدهن والمواد الصلبة غير الدهنية عن النسب المقررة لنوع اللبن الخام المجهز منه .

د- هناك أنواع من الألبان لم تشير إليها التشريعات القديمة

وكذلك المواصفات القياسية رقم ١٩٥٤ لسنة ١٩٧٦ باستثناء اللبن الفرز وهذه الأنواع واردة بالمواصفة رقم ١٥٤ لسنة ١٩٦٦ :

ومن هذه الأنواع : (الألبان المنزوعة الدهن) وهى :

أ- اللبن الطازج الفرز :

هو الناتج من اللبن الطازج بعد نزع كل الدهن منه تقريباً .

ب- لبن رائب :

هو الناتج الحمضي من اللبن بعد نزع الدهن جزئياً بطريقة القشدة دون تسخينه .

جـ- اللبن الخض :

هو الناتج من اللبن أو القشدة بعد عملية الخض.

الاشتراطات :

١- ألا تتجين الأنواع الطازجة منها بالغليان .

٢- أن يكون نظيفاً خالياً من الشوائب ومحتفظه بخواصها الطبيعية المميزة.

المواصفات :

ألا تقل نسبة المواد الصلبة غير الدهنية في ألبان الأغنام والجاموس بعد نزع الدهن منها عن ٩% والناتجة من لبن بقري عن ٨,٧% .

هناك بعض أنواع من الألبان غير مذكورة في التشريعات القديمة في حين المواصفة ١٥٤ لسنة ١٩٦٦ تشمل بعض الأنواع تحت اسم الألبان المعدلة ومنها :

١- لبن مبستر أو معقم معدل .

٢- لبن فرز معاد تركيبه .

٣- لبن زبادي معدل .

اشتراطات هذه الأنواع :

١- أن يقتصر إنتاجها على المصانع المرخص لها بالبسترة والتعقيم .

٢- أن تكون طبيعية في خواصها مقبولة الطعم والرائحة .

٣- أن يبين على عبواتها بطريقة ظاهرة أنها لبن معدل وكذا اسم المصنع .

المواصفات :

١- ألا تقل نسبة الدهن في اللبن المبستر أو المعقم المعدل عن ٣% .

٢- ألا تقل نسبة المواد غير الدهنية عن ٨,٩% .

في حين أن هناك أنواع جديدة واردة في المواصفة ١٥٤ لسنة ١٩٧٦ فقط مثل :

أ- لبن مبستر معدل :

هو اللبن الطازج الذي عدلت فيه نسبة الدهن فقط وذلك بإضافة اللبن الفرز الطازج أو المركز أو المجفف أو نزع دهنه جزئياً بالطريقة الميكانيكية ثم عرض لعملية البسترة بالطريقة المحددة .

ب- اشتراطات هذا الصنف من الألبان :

١- تكون التعبئة آلياً .

٢- يكون مطابق لاختبار الفوسفاتيز وأزرق الميثلين .

٣- توضح على العبوات تاريخ الإنتاج وعبارة لبن مبستر معدل .

٤- لا يباح إنتاج هذا النوع من اللبن إلا في المصانع المعدة للبسترة أو التعقيم .

٥- يحفظ على درجة حرارة أقل من 10°م .

جـ- المواصفات :

١- لا تقل نسبة دهن اللبن عن ٣% .

٢- لا تقل نسبة المواد الصلبة غير الدهنية عن ٨,٩ % .

د- اللبن المعقم المعدل :

هو اللبن الذي عدلت فيه نسبة الدهن فقط وذلك بإضافة اللبن الفرز الطازج أو المركز أو المجفف أو بنزع دهنه جزئياً بالطرق الميكانيكية ثم عرض لعملية البسترة والتجنيس والتعقيم بالطرق المحددة .

هـ- اشتراطات هذا الصنف من الألبان :

١- تجرى عملية التعقيم في نفس العبوات المعدة للبيع . والتي تغلق بأحكام وبطريقة آلية بعد عملية التعقيم مباشرة أو بالطريقة المستمرة حيث يعقم اللبن ويعبأ في عبوات معقمة على أن يكون القفل تحت ظروف معقمة .

٢- يكون خالياً من أي ميكروبات ممرضة .

٣- لايطرأ عليه أي تغيير في خواصه الطبيعية إذا حفظ في درجة 37°م لمدة ثلاثة أيام .

٤- يعطى نتيجة سلبية لاختبار التعكير .

و- المواصفات :

١- لا تقل نسبة الدهن في اللبن عن ٣% .

لا تقل نسبة المواد الصلبة غير الدهنية عن ٨,٩% .

٣- اللبن المجنس :

هو اللبن الذي عرض بطريقة آلية للضغط حتى تتجزأ حبيبات الدهن إلى جزيئات موزعة بانتظام في مصل اللبن بحيث لا يمكن فصلها بسهولة .

أ- اشتراطات هذا الصنف من الألبان :

١- يشترط أن يكون مبستراً .

٢- إذا ترك لمدة ٤٨ ساعة في زجاجة سعة لترثم قدرت نسبة الدهن في العشر العلوى فإن نسبته المئوية في هذا الجزء لا تزيد عن نسبته في جمع اللبن بعد خلطه جيداً بما لا يتعدى ٥% .

ب- المواصفات :

لا تقل المواد الدهنية والصلبة غير الدهنية عن النسب المقررة لنوع اللبن المجهز منه .

ملحوظة :

يجوز تدعيم الألبان المبسترة بأنواعها بالمركبات الآتية وبالحدود التالية في المنتج النهائي :-

- فيتامين أ	٢٠٠٠-٥٠٠٠ وحده دوليه / لتر
- فيتامين د	٤٠٠٠ وحده دوليه / لتر
- فيتامين ب١ (ثيامين)	١مجم / لتر
- فيتامين ب٢ (ريبوفلافين)	٢مجم/لتر
- نياسين	١٠مجم/لتر
- حمض أسكوربيك (فيتامين ج)	٣٠مجم / لتر
- يود في صورة يود يد البوتاسيوم	١مجم / لتر
- حديد في صورة سترات الحديديك النشادري	١٠مجم/لتر

الألبان المركزة

* التشريعات الحكومية القديمة لم تشير لهذا النوع من الألبان :

في حين المواصفة رقم ١٩٥٤ لسنة ١٩٦٦ (الهيئة العامة للتوحيد القياسي) ذكرت الآتي :

١- اللبن المكثف :

هو الناتج من تركيز اللبن الكامل الدهن أو المنزوع منه جزئياً أو كلياً مع عدم إضافة السكروز إليه ويجوز إضافة المثبتات الحرارية المصرح بإضافتها.

٢- اللبن المجفف :

وهو الناتج من تجفيف اللبن الخام الكامل الدهن أو المنزوع دهنه جزئياً أو كلياً مع عدم إضافة مواد غريبه إليه عدا المواد المضادة للأكسدة المصرح بتداولها (إضافتها) .

٣- اللبن المكثف المحلي :

وينتج من تركيز اللبن الخام بإزالة جزء من مائه (رطوبته) مع إضافة السكروز إليه ويشمل ما يلي :

١- لبن مكثف محلي كامل الدهن .

٢- لبن مكثف محلي منزوع الدهن .

أ- أشتراطات في هذه الأنواع الآتي :

١- أن يكون خالياً من الميكروبات الممرضة .

٢- أن يبين على عبواتها اسم المصنع وعنوانه والوزن الصافي لمحتوياتها والنسبة المئوية لمكوناتها الأساسية اللبنية وغير اللبنية المودع بيانها لدى السلطات المختصة وكذلك تبين التعليمات الخاصة باسترجاعها إلى حالتها السائلة قبل تركيزها .

ب- المواصفات :

١- ألا تقل نسبة الدهن باللبن المكثف كامل الدهن عن ٩% وفي اللبن المجفف كامل الدهن عن ٢٦% .

٢- ألا تقل نسبة المواد الصلبة اللبنية في اللبن المكثف كامل الدهن عن ٢٨% وفي اللبن المكثف منزوع الدهن عن ٢٤% .

٣- ألا تزيد نسبة الرطوبة في اللبن المجفف على ٥% .

*** في حين أعطت المواصفة رقم ١٥٤ لسنة ١٩٧٦ توضيح أكثر دقة عن المواصفة السابقة حيث تشمل الألبان المركزة على ثلاثة أنواع هي :**

أ- اللبن المكثف :

وهو الناتج من تركيز اللبن الخام أو المنزوع دهنه وذلك بالتخلص من نسبه من مائه بحيث لا تقل عن نصف الكمية الموجودة به أصلاً .

ب- اشتراطات هذا النوع من الألبان المركزة :

١- أن يكون خالياً من الميكروبات الممرضة .
٢- ينتج سائلاً متجانساً يشبه اللبن الطازج في خواصه إذا أضيف إليه الماء.
٣- أن يكون المنتج النهائي معقماً .

جـ- المواصفات :

١- اللبن المبخر الكامل الدسم لا تقل نسبة الدسم به عن ٨% .
٢- لا تقل نسبة المواد الصلبة الكلية اللبنية عن ٢٦% ، اللبن المبخر المنزوع الدسم لا تقل نسبة المواد الصلبة الكلية اللبنية عن ٢٢% .

د- يسمح بإضافة بعض المركبات التالية كمثبتات :

حمض هيدروكلوريك / حمض ستريك / حمض كربونيك / حمض أرثوفوسفوريك / حمض البولي فوسفوريك / أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم أو الكالسيوم لهذه الأحماض وبالحدود التالية :

- بنسبة ١٠٠٠ جزء / مليون إذا كانت منفردة .
- بنسبة ٣٠٠٠جزء / مليون إذا كانت خليط منها محسوبة كأملاح مائية .

٢- اللبن المكثف المحلي :

هو الناتج من تركيز اللبن الخام أو المنزوع دهنه وذلك بالتخلص من نسبة من مائه بحيث لا تقل عن نصف الكمية الموجودة أصلابه ٢٠-٣٢% بعد إضافة السكر إليه .

أ- اشتراطات هذا النوع من الألبان المركزة :

١- أن يكون خالياً من الميكروبات الممرضة .
٢- يوضع على العلبة نسبة السكروز ٣٧-٤٣% في المنتج النهائي .
٣- ينتج سائلاً متجانساً يشبه اللبن الطازج في خواصه إذا أضيف إليه الماء .

ب- المواصفات :

١- لا تقل نسبة الدهن في اللبن المكثف المحلي الكامل الدسم عن ٩% ، المواد الصلبة الكلية اللبنية عن ٢٩% .

٢-اللبن المكثف المحلي المنزوع الدهن لا تقل نسبة المواد الصلبة الكلية عن ٢٥% .

*يسمح بإضافة المثبتات المذكورة في اللبن المكثف بنفس النسب .

٣- الألبان المجففة :

هو الناتج من تبخير اللبن العالي الدهون أو الكامل الدهن أو المنزوع دهنه جزئياً أو كلياً بالطرق الميكانيكية لإزالة ما يحتويه من ماء فقط .

* **اشتراطات هذا النوع من الألبان** :

١. أن يكون طبيعي في خواصه خالياً من التزنخ بأنواعه أو التكتل الذي يصعب تفكيكه يدوياً .
٢. يكون خالياً من أي مواد (كالسكر أو مواد حافظة أو دهون غريبة أو أي شوائب) .
٣. يكون خالياً من الميكروبات الممرضة .
٤. ينتج سائلاً متجانساً يشبه اللبن الطازج في خواصه إذا أضيف إليه الماء.
٥. أن يعطى نتيجة سالبة لاختبار الفوسفاتيز .
٦. درجة الذوبان لا تقل عن ٩٩% في حالة استخدام طريقة الرذاذ و٩٨% في حالة استخدام طريقة الاسطوانات .
٧. لا تزيد الحموضة عن ٠,١٧% عند استرجاع اللبن المجفف إلى حالته الطبيعية السائلة .

* **المواصفات** :

١- اللبن المجفف المرتفع الدهن لا تقل نسبة دهن اللبن عن ٤٠% وأقل من ٥٠% ، لا تزيد نسبة الرطوبة على ٥% .
٢- اللبن المجفف الكامل الدهن لا تقل نسبة الدهن عن ٢٦% وأقل من ٤٠% ، لا تزيد نسبة الرطوبة على ٥% .
٣- اللبن المجفف النصف دهن لا تقل نسبة الدهن اللبن به عن ١٤% ، لا تزيد نسبة الرطوبة على ٥% .

٤- اللبن المجفف الربع دهن لا تقل نسبة دهن اللبن به عن ٧% ولا تزيد نسبة الرطوبة على ٥% .

٥- اللبن المجفف المنزوع الدهن لا تزيد نسبة الدهن اللبن به على ١,٥% ولا تزيد نسبة الرطوبة على ٥% .

***ملحوظة** :

١- يسمح بإضافة المواد المثبتة الواردة في الألبان المبخرة والمكثفة بنسبة لا تتعدى ٥٠٠ جزء / مليون كأملاح لا مائية .

٢- يسمح بإضافة مواد الاستحلاب في حالة اللبن المجفف الفوري الذوبان بالنسب الآتية :

الجلسريدات الأحادية والثنائية ٢٥٠٠ جزء/مليون .

الليسثين ٥٠٠٠ جزء/مليون .

فنجد أن مادة (١٠) من القانون ١٣٢ لسنة ١٩٥٠ بشأن تجارة الألبان ومنتجاتها تنص على : - (بشأن الضرر بالصحة)

عند وجود مخالفة ضارة بالصحة يوقف العمل بالمحل المخالف حتى يزول الضرر وإلا جاز إغلاق المحل .

(مادة ١٢) من نفس القانون (بشأن قمع التدليس والغش) :

تنص على :

يعاقب بالحبس مدة لا تتجاوز سنة وبغرامة لا تقل عن خمسة جنيهات ولا تزيد عن مائة جنيه مع أحقية الإدارة الصحية بإعدام اللبن ومنتجاته .

***عدلت هاتين المادتين (١) ، (٢) بقانون رقم ١٠٦ لسنة ١٩٨٠ مشتملاً على ثلاث مواد :**

المادة الأولى :- (بشأن قمع التدليس)

تنص على :-

يعاقب بالحبس مدة لا تقل عن ثلاثة شهور وغرامه لا تقل عن مائة جنيه ولا تتجاوز ألف جنيه أو إحداهما كل من غش المتعاقد عليه بأية طريقة مما يلي :

١- عدد البضاعة أو مقدارها أو مقاسها أو وزنها أو طاقتها أو عيارها .
٢- ذاتية البضاعة إذا كان ما سلم منها غير ما تم التعاقد عليه .
٣- حقيقة البضاعة أو طبيعتها وما تحتويه من عناصر نافعة والعناصر الداخلة في تركيبها .
٤- نوع البضاعة أو مصدرها أو أصلها .
٥- تزيد العقوبة إلى ستة شهور وغرامة لا تقل عن مائتين جنيه ولا تتجاوز ألفي جنيه أو أحدهما إذا ارتكبت الجريمة أو شرع في ارتكابها باستعمال موازين أو مقاييس أو مكاييل مزيفة .

المادة الثانية (بشأن الغش والفساد)

تنص على :

يعاقب بالحبس مدة لا تقل عن ستة شهور وغرامة لا تقل عن مائة جنيه ولا تجاوز ألف جنيه أو أحداهما كل من :

- غش شيء من أغذية الإنسان أو الحيوان وطرحت هذه الأغذية للبيع سواء كانت هذه الأغذية فاسدة أو مغشوشة .
- عرض (أو طرح) مواد تستعمل في غش أغذية الإنسان أو الحيوان أو حرض على استعمال هذه المواد في الغش بواسطة مطبوعات أو كراسات أو بأية وسيلة أخرى .
- يعاقب بالحبس مدة لا تقل عن سنة ولا تجاوز خمس سنوات أو غرامة لا تقل عن خمسمائة جنيه ولا تجاوز ألفي جنيه أو أحداهما إذا كانت الأغذية سواء الفاسدة أو المغشوشة ضارة بصحة الإنسان أو الحيوان .

المادة الثالثة (بشأن الضرر بالصحة العامة)

تنص على :

يُعاقب بالحبس مدة لا تقل عن ثلاثة شهور وغرامة لا تقل عن مائة جنيه ولا تتجاوز ألف جنيه أو إحداهما كل من جاوز بغير سبب مشروع

شيء من الأغذية تزيد العقوبة إلى ستة شهور وغرامة لا تقل عن خمسمائة جنيه ولا تتجاوز ألفي جنيه أو إحداها إذا كانت الحيازة لعقاقير تستخدم في علاج الحيوان .

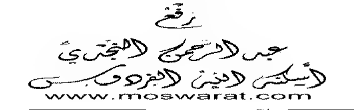
- في حالة ما إذا كانت الأغذية أو العقاقير ضارة بصحة الإنسان أو الحيوان تكون العقوبة الحبس مدة لا تقل عن سنة ولا تتجاوز خمس سنوات وغرامة لا تقل عن ألف جنيه ولا تتجاوز ثلاث آلاف جنيه أو أحداهما .

*** أضيفت مادة جديدة تحت رقم (٣ مكرر) تنص على :**

- تكون العقوبة الحبس مدة لا تقل عن أربعة سنوات وغرامة لا تقل عن ألف جنيه ولا تجاوز ألفي جنيه إذا ترتب على الجريمة إصابة شخص بعاهه مستديمة .

- تكون العقوبة (الأشغال الشاقة المؤقتة) أو السجن مدة لا تقل عن خمس سنوات وغرامة لا تقل عن ألفي جنيه ولا تتجاوز أربعة آلاف جنيه إذا ترتب على الجريمة وفاة شخص .

*** في جميع الأحوال ينشر الحكم في جريدتين واسعتي الانتشار على نفقة المحكوم عليه :**



طرق غش اللبن

إن الطرق الشائعة لغش اللبن هي الفرز Skimming وإضافة الماء Watering أو كلاهما معاً كذلك تضاف الكربونات لمعادلة الحموضة المرتفعة بسبب غزارة التلوث بالميكروبات كما يغش اللبن بإضافة النشا لزيادة اللزوجة وقد يضاف الفورمالدهيد إلى اللبن المستعمل في صناعة الجبن كي يسبب تحلل البروتين ونعومة الناتج النهائي ولقد كان غش اللبن أكثر شيوعاً بشكل واضح قبل اختراع طريقة بابكوك وجربر لتقدير نسبة الدهن وإذا ما بيع اللبن على أساس الاختبار فلا فائدة من الغش .

أما إذا بيع اللبن على أساس الوزن أو الكيل فهذا مما يشجع على غش اللبن فأذا كانت نسبة الدهن في لبن بقرى مثلا ٥,٥% فهناك ميل إلى بيع نفس اللبن بنسبة دهن ٣,٥% مادام هذا هو المطلوب قانوناً ولكن القانون لا يسمح بهذا الإجراء وهو تغير تركيب اللبن الناتج من الحيوان طبيعياً . هذا القانون مبني على أن هناك علاقة بين كمية الدهن والجوامد الأخرى فأي فرز أو إضافة ماء تغيرت هذه العلاقة .

ويسبب غش اللبن مشكلة كبيرة حيث يؤدي غش اللبن إلى نقص في قيمته الغذائية كما قد يسبب أضراراً بصحة الإنسان في حالة ما إذا كانت المواد المضافة بغرض الغش ضارة بالصحة .

ولازلنا نعاني من آثار طرق الغش المختلفة والمنتشرة بين موزعي الألبان المتجولين الذين يجهلون قيمة اللبن الغذائية وأضرار ما يقومون به من أعمال .

وتنص التشريعات المعمول بها في مصر على أن تكون الألبان الطازجة المسموح بتداولها مطابقة للمواصفات الآتية :-

١- لبن جاموسي :- يجب ألا تقل نسبة الدهن به عن ٥,٥% والجوامد اللادهنية عن ٨,٧٥% .
٢- لبن بقري :- يجب ألا تقل نسبة الدهن به عن ٣% والجوامد اللادهنية عن ٨,٥% .
٣- لبن الأغنام :- يجب ألا تقل نسبة الدهن عن ٤% والجوامد اللادهنية عن ٩% .
٤- لبن الماعز :- يجب ألا تقل نسبة الدهن به عن ٢,٥% والجوامد اللادهنية عن ٧,٥% .

وعادة يغش اللبن في مصر بإحدى أو بعض الطرق الآتية :

أولاً : تقليل نسبة الدهن بإحدى الوسائل الآتية :

أ) بنزع جزء من قشدته (أو إضافة لبن فرز إليه :

وفي هذه الحالة ينخفض نسبة الدهن وتنخفض نسبة المادة الجافة الكلية (TS) بينما نجد أن نسبة المادة اللادهنية تظل ثابتة أو يشوبها تغير طفيف وعند حساب نسبة الدهن إلى المادة الجافة الكلية نجدها تنخفض عن مثيلتها في اللبن الكامل .

أما الوزن النوعي للبن المغشوش بهذه الطريقة فيرتفع قليلاً . وهذا النوع من الغش يعمل على الاقلال من نسبة الدهن ويقلل من قيمته الغذائية ومن جودة المنتجات التي تصنع منه ونسبة تصافيها .

وحيث أن الدهن أخف مكونات اللبن فإن إزالة جزء منها يسبب زيادة في قراءة اللاكتومتر وعلى ذلك فإذا احتوت عينه من اللبن على نسبة دهن منخفضة وقراءة اللاكتومتر مرتفعة أو نسبة عالية من الجوامد غير الدهنية لهذا النوع من اللبن فإن هذا يدل على الفرز والمثال التالي يبين هذا النوع من الغش:-

	دهن	قراءة اللاكتومتر	جوامد لا دهنية
لبن عادي	٤,٨	٣١,٥	٩,٠٨
لبن بعد فرزه	٣,٠	٣٣,٤	٩,٠٩

نسبة الدهن المنزوعة بالفرز = $\frac{١,٨}{٤,٨}$ × ١٠٠ = ٣٧,٥%

في المثال السابق يلاحظ أن قراءة اللاكتومتر للبن الفرز تزيد درجتان عن اللبن العادي وأن الدهن قد انخفضت نسبته من ٤,٨% إلى ٣% وأن نسبة النقص ٣٧,٥% وأن نسبة الجوامد غير الدهنية ظلت كما هي تقريباً وهو المنتظر حيث أنه لم يزال جزء منها . وطالما كان النقص في نسبة الدهن فقط وليس في نسبة الجوامد اللادهنية فتعتبر طريقة الغش نتيجة لإضافة لبن فرز أو نزع جزء من الدهن بواسطة عملية الفرز .

ولنفرض أن عينة اللبن الطبيعي التركيب كانت غير موجودة فكيف يمكن تعيين طريقة الغش من تحليل العينة المغشوشة ؟؟

تدل نسبة الدهن المنخفضة عن الحد الأدنى الذي تنص عليه التشريعات اللبنية مع قراءة اللاكتومتر المرتفعة مع عدم انخفاض نسبة الجوامد اللادهنية على حدوث فرز في اللبن الذي منه العينة .

ويمكن حساب النسبة المئوية للغش باللبن الفرز باستخدام المعادلات الآتية :-

في حالة اللبن البقري:- %للغش باللبن الفرز= $\frac{\text{\% للإنخفاض فى الدهن}}{٣}$ ×١٠٠

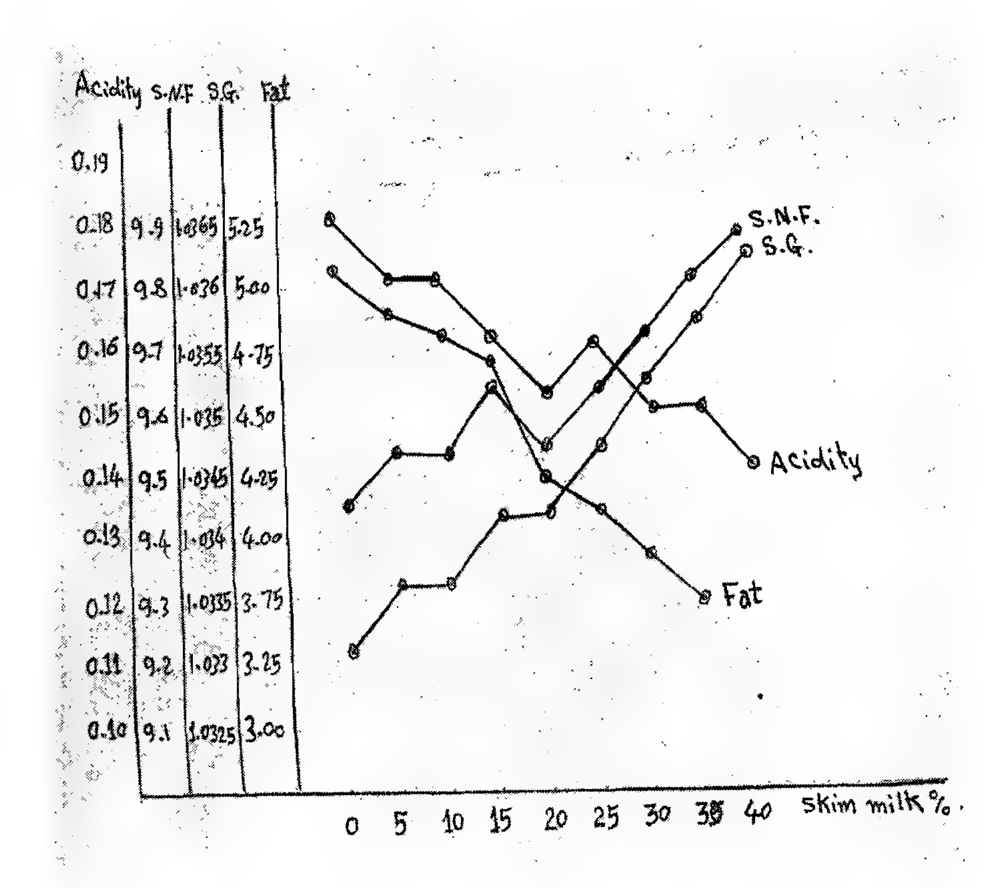
في حالة اللبن الجاموس:- %للغش باللبن الفرز= $\frac{\text{\% للإنخفاض فى الدهن}}{٥,٥}$ ×١٠٠

جدول (٢٩) تأثير إضافة اللبن الفرز إلى اللبن على نسبة الدهن والوزن النوعي والجوامد اللادهنية والحموضة :

Skim milk%	Fat%	S.G *	S.N.F% **	Acidity
-	5.1	1.033	9.46	0.18
5	4.9	1.034	9.54	0.17
10	4.8	1.0347	9.52	0.17
15	4.7	1.0342	9.53	0.16
20	4.2	1.0342	9.53	0.15
25	4.1	1.0347	9.63	0.16
30	3.9	1.0352	9.72	0.15
35	3.7	1.0357	9.80	0.15
40	3.3	1.0962	9.84	0.14

* الوزن النوعى .

** الجوامد اللبنية اللادهنية .



شكل (٢٥) تأثير إضافة اللبن الفرز على نسبة الدهن والجوامد اللاهنية والوزن النوعى والحموضة .

مثال :-

عينه من اللبن نسبة الدهن بها ٢,٥% ونسبة الجوامد اللادهنية ٨,٥٩% حدد نوع الغش في هذه العينة ومبينا نوعها الأصلى ونسبة الغش فيها .

الحل :

حيث أن نسبة الدهن قلت عن الحد القانوني ونسبة الجوامد اللادهنية لم تنخفض .

∴العينة تكون مغشوشة باللبن الفرز % للغش باللبن الفرز = $\frac{٣-٢,٥}{٣}$ × ١٠٠=١٦,٣٣%

العينة كانت عبارة عن لبن بقري مغشوش بإضافة لبن فرز بنسبة ١٦,٣٣% .

ب) الغش بإضافة ماء إلى اللبن :

وفي هذه الحالة تنخفض نسبة الدهن كما تنخفض نسبة الجوامد الكلية ونسبة الجوامد اللادهنية أما نسبة الدهن إلى المادة الجافة الكلية فتظل ثابتة كما هي في اللبن الكامل وجمد تقدير الوزن النوعي للبن المغشوش بإضافة الماء نجد أنه ينخفض .

أمثلة عن الغش بإضافة الماء :-

لايمكن إزالة الجوامد غير الدهنية من اللبن بالطرق العادية ولكن يمكن نقص نسبتها بتخفيف اللبن بسائل ذي كثافة نوعية منخفضة كالماء ولو أن إضافة الماء لاتزيل الجوامد حقيقة الا أن النتيجة النهائية كأنما تكون قد أزيلت نظرا للحجم المتزايد الموزع به نفس الكمية من الجوامد . إذا أضيف ١٠٠ جزء من الماء إلى ١٠٠ جزء لبن فتكون نسبة الجوامد الكلية نصف نسبتها في اللبن الأصلي .

وعندما يضاف الماء إلى اللبن تنقص جميع الجوامد بنفس النسبة مثلا إذا عمل إضافة الماء على انقاص الجوامد غير الدهنية بقيمة الربع فينقص الدهن بنفس القيمة أيضا .

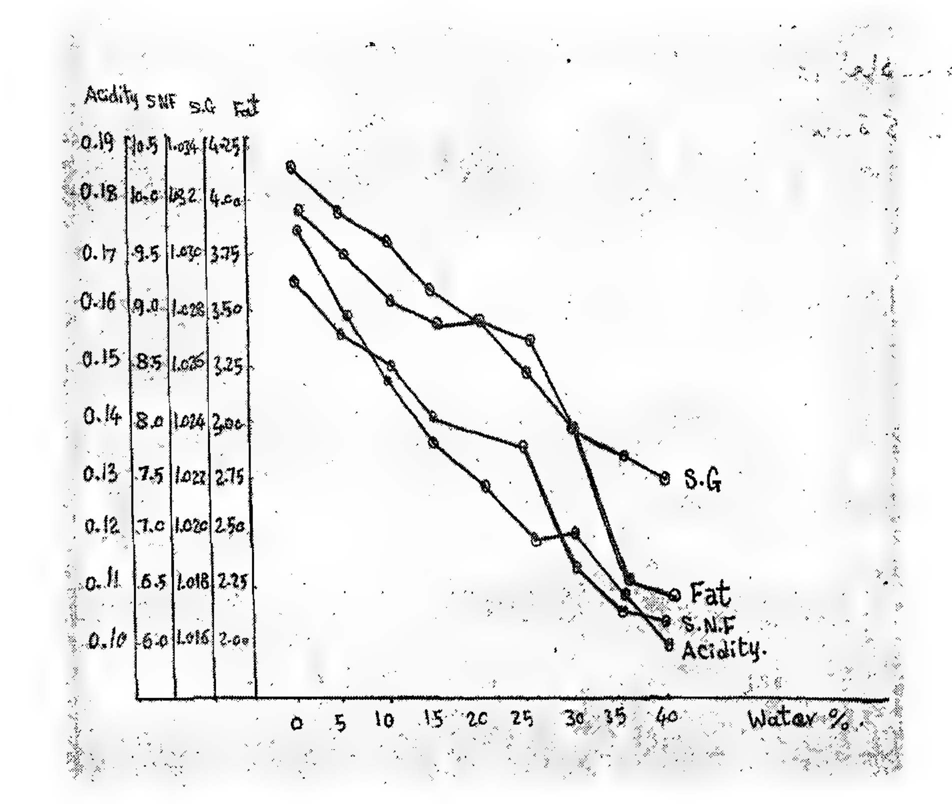
ولذا فإن نسبة نقص الدهن نتيجة إضافة الماء يمكن معرفتها من النقص في نسبة الجوامد اللادهنية وحيث أن الماء أخف من اللبن فإن إضافته تسبب نقصا في الكثافة النوعية للبن . ولذا تعمل على نقص في قراءة اللاكتومتر وبالتالي يدل النقص في نسبة الجوامد اللادهنية على الغش بإضافة الماء .

تأثير إضافة الماء إلى اللبن على نسبة الدهن والوزن النوعي والجوامد اللادهنية والحموضة :

%Water	Fat%	S.G *	SNF% **	Acidity
-	4.2	1.034	9.43	0.18
5	4.0	1.032	8.89	0.16
10	3.8	1.031	8.60	0.15
16	3.7	1.029	8.08	0.14
80	3.7	1.098	7.83	0.13
25	3.6	1.026	7.44	0.12
30	3.2	1.024	6.73	0.12
35	2.5	1.023	6.34	0.11
40	2.4	1.022	6.07	0.10

* الوزن النوعى .

** الجوامد اللبنية اللادهنية .



شكل (٢٦) تأثير إضافة الماء على مكونات اللبن

والمثال التالي يوضح ذلك :-

	دهن %	قراءة اللاكتومتر	جوامد لادهنية%
لبن عادي	٤,٥%	٣٠,٩	٨,٨٥
لبن مضاف إليه ماء	٣,٦	٢٤,٧	٧,٠٨

نسبة الدهن التي نقصت بإضافة الماء = $\frac{٠,٩}{٤,٥}$ × ١٠٠ = ٢٠%

كذلك فإن

نسبة الجوامد اللادهنية التي نقصت بإضافة الماء = $\frac{١,٧٧}{٨,٨٥}$ × ١٠٠ = ٢٠%

وهي نفسها نسبة الإنخفاض في الدهن .

وبدراسة المثال السابق يتضح أن اللبن المغشوش باضافة الماء لازال محتويا على نسبة عادية من الدهن ولكن تقل فيه قراءة اللاكتومتر ونسبة الجوامد اللادهنية .

اما اذا نقصت نسبة الدهن نتيجة للفرز فان قراءة اللاكتومتر للبن المغشوش بهذه الطريقة تكون أعلى من المعتاد كما تبقى نسبة الجوامد اللادهنية بدون تغيير .

أما في الحالة الأولى يلاحظ أن نسبة النقص في كل من نسبة الدهن والجوامد اللادهنية تكون واحدة نتيجة لان اضافة الماء تعمل على نقص جميع مكونات اللبن بنسبة متساوية .

ولذا يجب ملاحظة انه اذا كانت نسبة النقص واحدة فان الغش يكون نتيجة اضافة الماء . اما اذا كانت نسبة النقص في نسبة الدهن اكثر منها في الجوامد اللادهنية فان نسبة النقص الاضافية والزائدة عن الغش بالماء تعزى الى الغش بالفرز او نزع الدهن . كذلك يلاحظ انه يمكن حساب كمية الدهن التي نقصت نتيجة اضافة الماء من النقص في الجوامد اللادهنية .

ويمكن حساب النسبة المئوية للغش بالماء من المعدلات التالية :-

في حالة اللبن البقري : %للغش بالماء = $\frac{\text{٨,٥-\% للجوامد اللادهنية بالعينة}}{\text{٨,٥}} \times ١٠٠$

في حالة اللبن الجاموسي % للغش بالماء= $\frac{\text{٨,٧٥- \% للجوامداللادهنية بالعينة}}{\text{٨,٧٥}} \times ١٠٠$

وذلك في حالة ما اذا كانت نسبة الجوامد اللادهنية في اللبن قبل الغش غير معروفة .

مثال :-

احسب نسبة الغش في عينة اللبن الجاموسي نسبة الدهن ٦%ونسبة الجوامد اللادهنية بها ٧%

الحل :-

تسبة الدهن في العينة اكثر من ٥,٥% وهي الحد الأدنى القانوني المسموح بها .

نسبة الجوامد اللادهنية أقل من ٨,٧٥% في العينة

العينة مغشوشة باضافة ماء وغير مغشوشة باضافة لبن فرز .

$$\text{\% للغش بالماء} = \frac{\text{٨,٧٥-٧}}{\text{٨,٧٥}} \times ١٠٠ = ٢٠\%$$

اختبارات كشف الغش بالماء :-

لم يعد هناك مجال كبير لغش اللبن باضافة الماء منذ اكتشاف اختبار بابكوك وجربر لتقدير الدهن في اللبن وكذلك شراء اللبن على اساس ما يحتويه من الدهن والجوامد اللادهنية .

وتعتمد أي طريقة دقيقة للكشف عن الغش بالماء على خاصية من خواص اللبن تكون ثابتة لمادة وتتأثر تأثيرا ظاهرا عند إضافة الماء إليه . مثل

الكثافة النوعية والتوصيل الكهربائي Electrical Conductive ومعامل الانكسار لسيرم اللبن وخلو اللبن من النترات ونقطة تجمد اللبن وأسهلها اجراء عند استلام اللبن هو الكثافة النوعية وتقع الكثافة للبن في غالب الاحوال ما بين ١,٠٢٩ ١,٠٣٤ على درجة حرارة ٦٠°ف (١٥,٥٥ °م) وتسبب اضافة الماء نقصا فيها الا انه يمكن اضافة الماء الى عينة اللبن ولكن لا يظهر الغش بتقدير الكثافة النوعية وحدها كما انه من الجائز ان تكون الكثافة اقل من ١,٠٢٩ طبيعيا ومع ذلك يكون اللبن غير مغشوش وتنحصر اهميتها في انها توجه انظارنا او تجعلنا في موضع للشك مما يشجع على اجراء اختبارات اخرى تاكيدية .

ويقدر ما يضاف من الماء الى اللبن بقدر ما تقل نسبة المواد الصلبة اللادهنية به مما تقل معه قيمته الغذائية وقلة تصافي ما ينتج منه من المنتجات .

كما يعمل هذا النوع من الغش (الغش باضافة الماء) في حالة عدم نظافة الماء المستعمل على تلوث اللبن بانواع الأحياء الدقيقة التي توجد بالماء غير النظيف والتي تعمل على فساد اللبن والمنتجات التي تصنع منه بالاضافة الى احتمال وجود انواع فيها تسبب الامراض ولا سيما تلك الانواع التي تسبب الامراض مثل الدوسنتريا والتيفود . هذا زيادة على احتمال احتواء الماء الذي يغش به اللبن على انواع خطيرة من الطفيليات مثل طفيليات البلهارسيا والانكلوستوما .

ومن اختبارات كشف الغش بالماء ما يلي :-

١) **تقدير معامل الانكسار في اللبن** :

وذلك باستخدام الرفراكتومتر The immersion Refractometer

ويحضر اللبن كما يلي :-

أ) **طريقة سيرم النحاس** :- يستعمل الرفواكتومترمن نوع زايس (The zaiss immersion refractometer) في قياس معامل انكسار السوائل ولسيرم اللبن القدرة على انعكاس (refract) شعاع الضوء المار خلاله . واذا

كان اللبن مغشوشا بالماء فان معامل الانكسار يتغير ويمكن ملاحظة ذلك بواسطة الرفراكتومتر . وهذه الطريقة اكثر حساسية من اللاكتومتر حيث انه بواسطته يمكن الكشف عن اضافة كميات قليلة من الماء .

ولاجراء هذا الاختبار يتبع الآتي :-

حضر محلول كبريتات النحاس باذابة ٧,٥جم من كبريتات النحاس المائية في لتر ماء ثم عدل هذا المحلول ليقرأ ٢٦ على تدريج الرفراكتومترعلى درجة °20م أو كثافة نوعية قدرها ١,٠٤٤٣٣ على نفس الدرجة . أضف جزءا من المحلول المحضر الى اربعة اجزاء من اللبن على اساس الحجم . امزج جيدا ثم رشح للحصول على محلول رائق . عين في الأخير قراءة الرفراكتوميتر للعينة على درجة حرارة °20م وأي قراءة أقل من ٢٦ تدل على ان اللبن مضاف اليه ماء او ان اللبن غير طبيعي في التركيب بسبب نقص اللاكتوز به هذا ويمكن التأكد باتباع طرق اخرى .

ب) طريقة سيرم حمض الخليك : **Acetic acid Method** :

أضف إلى ١٠٠مل من العينة الموضوعة في كأس على درجة حرارة ٢٠°م ٢سم من حامض الخليك ٢٥% (كثافة نوعية ١,٠٢٥) وغطى الكأس بزجاجة ساعة ثم دعه في حمام مائي لمدة ٢٠ دقيقة على درجة حرارة °70م ثم في ماء مثلج لمدة ١٠ دقائق ثم افصل الخثرة عن السيرم بالترشيح السريع .

انقل جزءا من السيْرم الرائق إلى كأس الرفراكتومتر

ضعه في حمام على درجة حرارة ثابتة ثم خذ قراءة الرفراكتومتر عندما تكون درجة حرارة السيرم °20م (تقدر بترمومتر مدرج الى اقرب ٠,١) .

٢) نسبة فيث : **The Vieth ratio** :

منذ سنين عديدة تحسب نسبة الغش بالماء بتقدير الجوامد غير الدهنية عندما يقل هذا عن المتوسط المطلوب ولكن عرف بعد ذلك ان بعض الحيوانات الفردية تدر لبنا عاديا ذا نسبة منخفضة من الجوامد اللادهنية

وهذه الألبان تكون عرضة لحكم قد يكون غير عادلا وخاصة إذا بني على اساس الجوامد غير الدهنية فقط ولذا أجريت عدة تعديلات خاصة مثل نسبة Vieth التي تنص على نسبة السكر الى البروتين الى الأملاح المعدنية في اللبن تكون بنسبة ١٢:٩:٢ وتكاد تكون هذه النسبة ثابتة مع تغيير طفيف من عينة لبن أخرى . وتكون هذه النسبة صحيحة في حالة اللبن العادي التركيب أما في اللبن الذي تقل به نسبة الجوامد غير الدهنية طبيعيا فلا تكون متماشية مع الأرقام السابقة وخصوصا إذا كان اللاكتوز هو سبب الانخفاض بينما يبقى البروتين والاملاح المعدنية ثابتة على حالتها . أما في حالة اللبن المحتوي على نسبة منخفضة من الجوامد اللادهنية بسبب الغش بالماء تكون نسبة Vieth ثابتة . اذ انه باضافة ماء الى اللبن تنقص مكونات اللبن جميعا بنفس النسبة . وتستعمل هذه الطريقة بنجاح للتاكد من الغش بالماء من عدمه .

٣) تقدير الغش من الثوابت الكيماوية :-

أوجد Mathein &Ferre قاعدة تدل على مجموع وزن اللاكتوز المتبلور وكلوريد الصوديوم مقدرا في صورة أيسوتونية لمكافيء اللاكتوز (Isotonic equivalent of Lactose) وتقع كمية هذا الثابت لمعظم الالبان ما بين ٧٤-٧٩ وتنقص عن ٧٤ عند اضافة الماء . وترمي هذه الطريقة الى تقدير الضغط الاسموزي للبن بوسائل كيماوية خاصة وقد كانت هذه القاعدة عرضة لاعادة البحث بواسطة بعض علماء الالبان الذين وجدوا ان النطاق السابق يتغير قليلا ونصحوا باستعمال الارقام التالية نتيجة لاجراء تحاليل عديدة ٦٩,٢-٨٢,٨ .

٤) قياس قوة استقطاب الضوء :-

Spectrophotometric measurement :

وهي طريقة حديثة لم يقطع بعد بدقتها ويقال أنها تكشف عن الغش بالماء لغاية ١٠٠% ويمكن اتخاذها كطريقة للكشف عن غش عينة معينة ولكن لا ينصح باستعمالها كدليل قاطع على نقاوة اللبن وسلامته من الغش .

٥) **اختبار النترات** :-

ويبنى هذا الاختبار على الحقيقة بان معظم المياه الطبيعية تحتوي على النترات ولكن اللبن الطبيعي لا يحتوي على هذا الملح ويستخدم هذا الاختبار بغرض التاكيد ولكنه لا يعتبر اختبارا يمكن الاعتماد عليه .

هذا ويمكن الكشف عن النترات بسهولة ولذلك فإذا وجد باللبن آثار للنترات فهذا دليل على غشه بماء الآبار ويؤكد ذلك وجودها بالماء المضاف للغش وليس معنى ذلك ان اللبن الخالي من النترات يكون جيد المورد والصنف ، إذ أن بعض المياه العامة (ماء المرتفعات) تكون خالية من النترات .

ويعتبر هذا الاختبار تعزيزا لوجود الماء المحتوي على نترات ولكن النتائج السلبية لا تؤكد عدم غش اللبن بالماء .

وتختفي املاح النترات بسرعة بعد اضافتها الى اللبن ولذا فمن العبث محاولة الكشف عنها في لبن ارتفعت فيه الحموضة أو ليس طازجا تماما .

ويمكن معرفة اضافتها بالكشف عن وجود النترات ويجري هذا الاختبار كالآتي :-

١) اغسل انبوبة الاختبار المستخدمة بقليل من اللبن المراد اختباره ثم ضع فيها ٥مل من اللبن .
٢) أضف إليها ٦-٧ نقط من مادة مرسبة مثل ٢٠% كلوريد زئبق أو ٥% كلوريد أمونيوم أو ٢٠% حمض Hcl ورج الأنبوبة جيدا لمدة دقيقتين .
٣) انقل ٢سم٢ من مادة داي فينيل أمين Diphenylamine إلى قاع الأنبوبة بواسطة ماصة تصل الى قاع الأنبوبة (يحضر محلول ثنائى فينيل الآلانين بإذابة ٠,٠٨٥جم منها في ٥٠سم٣ ماء مقطر ثم يضاف إليها تدريجيا وباحتراس ٤٥٠سم٣ من حمض الكبريتيك المركز) .

٤) في حالة وجود النترات يتكون لون أزرق في الحال على السطح الفاصل بين المحولين أو بعد رج الأنبوبة بلطف . ويمتاز هذا الاختبار بحساسيته اذ يمكن بواسطته كشف ١,٠ جزء من النترات في مليون جزء من اللبن .

٦) **طريقة تقدير نقطة التجمد** : **Freezing point method** يعتبر اختبار نقطة التجمد اختبارا دقيقا للكشف عن غش اللبن بالماء ولكن ذلك يحتاج إلى جهاز خاص يسمى Hortvet cryscope ودقة زائدة ولذلك يصعب استعماله بطريقة علمية في الاختبارات العادية وأساس هذا الاختبار هو التغير في درجة التجمد للبن عند اضافة الماء فاللبن له نقطة تجمد ثابتة بمتوسط حوالي - ٠,٥٥°م ويرتفع هذا الرقم (بقرب الصفر) عند إضافة الماء .

ويمكن حساب نسبة الماء المضاف إلى اللبن من القانون الآتي :-

نسبة الماء المضاف = (-٠,٥٥-درجة تجمد عينة اللبن) / (-٠,٥٥) ×١٠٠

فمثلا إذا كانت درجة تجمد اللبن المغشوش -٠,٤٤°م

فإن النسبة المئوية للماء المضاف = (-٠,٥٥-٠,٤٤) / (- ٠,٥٥) ×١٠٠=٢٠%

الكريسكوب :-

١- الكريسكوب : عبارة عن دورق اسطواني سعة لتر عمق ٢٨سم مغلف من الداخل بالمعدن يسد جيدا بسدادة من الفلين سمك ٧سم . ويوجد بوسط السدادة أنبوبة من الزجاج أو المعدن ذات جدار رفيع طولها ٢٥٠مم×٣٣مم يدخل في أحد جوانب السدادة أنبوبة معدنية من الداخل يعشق داخلها في ملعقة مثقبة أقرب قاع الدورق ويوجد على الجانب المقابل أنبوبة معدنية على شكل حرف T ٦سم لتصريف البخار

ولاضافة السوائل الطيارة الى الجهاز ويركب خلف السدادة ترمومتر يمتد مستودعه حتى قريبا من قاع الدورق وتصنع أنبوبة التجميد من زجاج رفيع طول ٢٤٠مم وعرض ٢٩مم . وتركب جيدا في أنبوبة كبيرة تشمع في السدادة الفلين ويركب في السدادة المطاط الخاصة بأنبوبة التجميد ترمومتر قياس standard بحيث يكون قاع الترمومتر يرتفع ١٥مم فوق قاع أنبوبة العينات ويسمح طول الترمومتر بإدخال المستودع إلى قرب قاع الأنبوبة وفي نفس الوقت يسمح بظهور التدريج فوق السدادة .

ويوجد إلى يمين الترمومتر أداه للتقليب مصنوعة من معدن غير قابل للتآكل وموصل رديء للحرارة وتركب في السدادة خلال جزء قصير من أنبوبة معدنية ذات حائط رفيع وتمتد حتى قريبا من أنبوبة الاختبار ولها قناة دائرية تغلف الترمومتر . ويوجد إلى يسار الترمومتر ملحق للتجميد يدخل خلال فتحة في السدادة يكونها جزء قصير من أنبوبة معدنية وهذه تتكون من قضيب معدني غير قابل للتآكل في نهايته من أسفل فتحة بطول ١٠مم لحمل قطع الثلج ويركب في جانب الكريسكوب وحدة لتجفيف السوائل تتكون من مستودع فولين للامتصاص يدخل خلال سدادة محكمة وتمتد حتى قاع أنبوبة اختبار كبيرة ويوجد خلال فتحة ثانية بالسدادة أنبوبة زجاجية قصيرة وتتصل بأنبوبة تتبخر Vaporizing tube تدخل الكريسكوب يصب حامض الكبريتيك في أنبوبة التجفيف إلى مستوى أعلى من المستودع الصغير الداخلي ويوجد في الجانب المقابل من الجهاز أنبوبة تصريف لنقل الابخرة بعيدا عن القائم بالتجربة فيدفع الضغط أو مضخة الشفط هواء جاف إلى الجهاز بسرعة مناسبة وبذا تنقل مزيجا من الابخرة إلى الخارج خلال أنبوبة التصريف ومنها إلى البالوعة .

وتركب عدسات في مواضع مناسبة أمام الترمومتر وذلك لتكبير التدريج .

٢- الترمومتر المعاير :-

ذي ساق متين طوله الكلي ٥٨سم والجزء المدرج منه ٣٠سم ومجال التدريج 3° من +1°إلى -2° وتقسم كل درجة على التدريج إلى عشرات ومئات وطول تقسيم الدرجة حوالي ١٠سم وبذا تجعل من السهل قراءة اصغر تدريج في حدود ٠,٠٠١°م يجري تقدير نقطة التجمد للماء حديث التقطير في أول كل يوم فإذا انحرفت نقطة التجمد أكثر ٠,٠٠٢ °م من تلك المتحصل عليها على الماء عند معايرة الترمومتر يعاد التقدير .

٣ - الترمومتر المضبوط :-

ذي ساق متين طوله ٥٨سم يتراوح تدريجه من +20° إلى -20°م اختبره في حمام من قطع الثلج الذائب للتأكد من أن علامة الصفر على التدريج كانت صحيحة . ويجب أن تكون أقسام التدريج دقيقة في حدود ٠,١٠ °م

٤- العناية بترمومترات الكريسكوب :-

ضع الترمومترات في وضع رأسي بالثلاجة لا تغسلها في ماء دافيء ، افحصها قبل الاستعمال للتأكد من أن عمود الزئبق ليس منفصلا فإذا كان منفصلا أعده أو صلة وذلك بلمس الترمومتر بلطف tapping سخن الترمومتر قليلا إذا لزم الأمر ولكن تجنب التسخين الشديد الذي قد يغير علامة الصفر على الترمومتر .

طريقة العمل :-

أدخل انبوبة السدادة في وضع رأسي في الأنبوبة على شكل حرف T الموجودة في جانب من الجهاز ثم صب ٤٠٠مل من الايثير السابق تبريده الى 10°م أو أقل .

سد الأنبوبة الرأسية بسدادة صغيرة من الفلين ثم صل المضخة الى الأنبوبة الداخلية ذات وسيلة تجفيف الهواء - اضبط المضخة كي تسمح بمرور الهواء خلال الجهاز على سرعة مناسبة وذلك كما تظهره حركة أو تقليب حامض الكبريتيك في أنبوبة التجفيف . وبسبب مداومة تبخر الايثير خفض

درجة الحرارة في الدورق عند درجة حرارة الغرفة العادية إلى صفر °م في مدى ٥-١٠ دقيقة استمر في خفض درجة الحرارة حتى يسجل الترمومتر المضبوط قريبا من -٣°م وعند هذا الطور يمكن بخفض تدريج الأنبوبة في حمام الايثير الى ٤٠٠مل إضافة كميات بسيطة في حدود ١٠-١٥مل لكل عينه يراد تحليلها .

فرغ في أنبوبة التجمد ماء (٣٠-٣٥سم٣) سبق غليه وتبريده الى ١٠ °م أو أقل وذلك بغمر مستودع الترمومتر . أدخل الترمومتر مع المقلب ثم اخفض أنبوبة الاختبار في الأنبوبة الكبرى وتفيد إضافة قليل من الكحول بقدر يكفي لملء الجزء السفلي من الفراغ بين الانبوبتين لإتمام وسط التوصيل بين حمام التجميد والسائل المراد اختباره دع المقلب في حركة ثابتة الى أعلى وأسفل بمعدل رفعه Stroke كل ١-٢ ثانية أو على سرعة أقل على شريط أن يكون التبريد كافيا . دع الهواء يمر خلال الجهاز حتى تصل درجة حرارة حمام التبريد الى -٢,٥ °م - حافظ على هذه الدرجة واستمر في التقليب حتى تلاحظ فرق التبريد للعينة super cooling إلى ١-١,٢°م وكقاعدة يبدأ السائل عندئذ في التجمد ويدل على ذلك الارتفاع الفجائي للزئبق شغل المقلب ببطء وبعناية ٣-٤ مرات أثناء صعود عمود الزئبق إلى أعلى وارتفاعه مثل ٠,٠٧ °م تحت نقطة التجمد المنتظرة .

بواسطة مطرقة خفيفة اضرب على قمة الترمومتر بخفة وباستمرار حتى يظل عمود الزئبق ثابتا لمدة دقيقة على الأقل -لاحظ القراءة المضبوطة على التدريج وقدرها في حدود ٠,٠٠١ °م وعند اتمام الملاحظة اعمل تقديرات زوجية ثم ارفع الترمومتر والمحرك وفرغ الماء من أنبوبة التجميد ، اغسل الانبوبة بحوالي ٢٥مل من عينة اللبن المبردة الى ١٠°م أو أقل - خذ ٣٠-٣٥ مل من اللبن في الانبوبة أو قدرا يكفي لغمر مستودع الترمومتر ثم ادخل الانبوبة في الجهاز . احفظ درجة حرارة حمام التبريد تحت درجة تجمد العينة المقدرة بحوالي ٢,٥ °م .

اجر التقديرات على اللبن كما قدرت نقطة تجمد الماء .

وكقاعدة يلزم أن تبدأ عملية تجميد اللبن بغمس بادىء التجمد المنتظرة بمقدار ١-١,٢ °م هذا ويتم عادة صعود الزئبق الى أعلا بسرعة .

ارفع البادىء ووسيلة التقليب ببطء وبعناية اثناء صعود الزئبق الى اعلى نقطة . أكمل ضبط عمود الزئبق بنفس الطريقة التي ذكرت في التقدير الماضي ثم لاحظ القراءة المضبوطة على تدريج الترمومتر وقدر في حدود ٠,٠٠١ °م . أجر تقديرات زوجية على عينات من اللبن -(Aliqout) ويدل الفرق الجبري بين قراءتي عينة الماء ومتوسط قراءتي عينة اللبن على انخفاض في نقطة تجمد اللبن .

ولتقدير نقطة التجمد الحقيقية - اطرح من النقص في كمية التجمد الانخفاض في نقطة تجمد محلول سكري ٧% كما يقدر ذلك بالترمومتر اضرب الفرق في معامل التصحيح للترمومتر أضف ٠,٤٢٢ الى الناتج .

ويمكن الاستدلال على اضافة الماء اذا كانت نقطة تجمد اللبن أعلى من -٠,٥٣٠ °م .

ولا يفترض أن اللبن ذي نقطة تجمد أقل من -٠,٥٣٠ °م يكون خاليا من اضافة الماء . وفي الواقع فإن العينات التي تمثل كميات كبيرة من اللبن الخليط قد تكون درجة تجمدها اقل من -٠,٥٤ °م ويجب أن ينظر إلى اللبن الذي نقطة تجمده أعلى من -٠,٥٤ °م (تقرب من الصفر) بالريبة : كذلك للتذبذب الكبير في نقطة تجمد اللبن المجمع Bulk milk من يوم لآخر . ويمكن حساب نسبة الماء المضاف كما يلي :-

$$\text{نسبة الماء} = (\text{١٠٠} - \text{نسبة الجوامد الكلية}) \quad \frac{\text{-٠,٥٣٠} - \text{نقطة تجمد العينة}}{\text{-٠,٥٣٠}}$$

ملحوظة :- إذا زادت حموضة العينة عن ٠,١٨% فإن النتائج قد تنقص عن كمية الماء الحقيقية المضافة .

جـ) الغش بالماء واللبن المفرز معاً :

إذا كانت نسبة كل من الدهن والجوامد اللادهنية في عينة منخفضة عن الحد الأدنى القانوني . وكانت نسبة الانخفاض في نسبة الدهن للعينة بدرجة أكبر من نسبة الانخفاض في الجوامد الادهنية فإن اللبن يكون مغشوشاً بماء ولبن فرز (أو نزع جزء من الدهن) .

وتكون نسبة الماء هي نسبة الانخفاض في الجوامد اللادهنية . ونسبة اللبن الفرز هي الفرق بين نسبة الانخفاض في الدهن والجوامد اللادهنية .

مثالة :-

عينة من اللبن نسبة الجوامد اللادهنية بها ٦% ونسبة الدهن ١,٥% حدد نوع الغش في هذه العينة مبيناً نوعها الأصلي ونسبة الغش فيها .

الحل :-

نظراً لأن الجوامد اللادهنية بالعينة أقل من الحد الأدنى القانوني فإنها تكون مغشوشة بالماء .

وتكون النسبة المئوية للماء المضاف = $\frac{٨,٥-٦}{٨,٥} \times ١٠٠ = ٢٩,٤١\%$

وعلى ذلك فإن النسبة المئوية للدهن في العينة قبل إضافة الماء تكون :

$١,٥ \quad \frac{١٠٠}{١٠٠ - ٢٩,٤١} = ٢,١\%$

وحيث أن نسبة الدهن قبل إضافة الماء (٢,١%) منخفضة عن الحد الأدنى القانونى .

من ذلك يتضح أن العينة مغشوشة بإضافة لبن فرز أيضاً وتكون :-

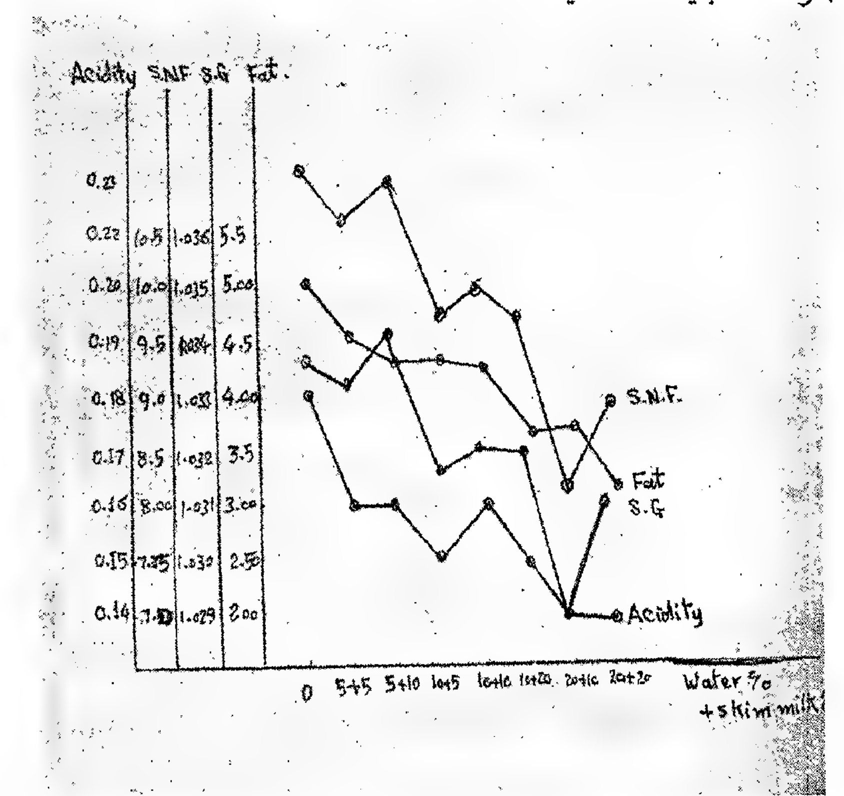
% للبن الفرز المضاف = $\frac{٣ - ٢,١}{٣} \times ١٠٠ = ٣٠\%$

جدول (٣٠) تأثير إضافة الماء واللبن الفرز على نسبة الدهن وقراءة اللاكتوتير والجوامد اللادهنية والحموضة .

Water+Skim milk%	Fat%	S.G *	SNF% **	Acidity
-	5.1	1.0337	9.580	0.18
5+5	4.6	1.0332	9.335	0.16
5+10	4.4	1.0342	9.565	0.16
10+5	4.4	100317	8.940	0.15
10+10	4.3	1.0322	9.045	0.16
10+20	3.7	1.0322	8.925	0.15
20+10	3.7	1.0292	8.175	0.14
20+20	3.2	1.0312	8.575	0.14

* الوزن النوعى .

** الجوامد اللبنية اللادهنية .



شكل (٢٧) تأثير إضافة الماء واللبن الفرز على نسبة الدهن والجوامد اللادهنية والوزن النوعى والحموضة

وعلى ذلك فإن هذه العينة كانت عبارة عن لبن بقري مغشوش بإضافة ماء بنسبة ٢٩,٤١% ولبن فرز أو نزع دهن بنسبة ٣٠% .

والجدول التالي يوضح أثر الغش بالطرق السابقة على اللبن :-

نوع الغش	الوزن النوعي	% للدهن	TS %	S.VF%
١- إضافة ماء	ينخفض	تنخفض	تنخفض	تنخفض
٢- إضافة لبن فرز أو نزع جزء من القشدة .	يرتفع	تنخفض	تنخفض	زيادة طفيفة
٣- إضافة لبن فرز+ماء في آن واحد	قد لا يتغير وقد يرتفع أو ينخفض حسب كمية الماء واللبن الفرز المضافة	تنخفض بشدة	تنخفض	تنخفض بنسبة تتوقف على الكمية المضافة من كل منهما

ثانياً :- الغش بإضافة مواد مالئة بغرض زيادة لزوجة اللبن :-

مثل النشا أو الجيلاتين أو الدقيق أو مواد تزيد الوزن النوعي مثل السكر والملح وهذه المواد تضاف لإخفاء غش اللبن بإضافة ماء إليه أو نزع قشدته وحتى يبدو اللبن في قوام طبيعي نوعاً ما يوحي بالدسامة وعدم الغش .

يتم هذا الغش بإضافة مقدار من الجيلاتين في الماء الفاتر أو الساخن أو بإضافة مقدار من النشا أو الدقيق إلى قليل من الماء ثم مزجه باللبن ثم رفع درجة حرارة اللبن إلى درجة حرارة الغليان أو إلى قربها .

ومن الشائع إضافة النشا إلى اللبن لزيادة لزوجته بعد غشه بالماء وفي هذه الحالة يكشف عن وجود النشا بإضافة قليل من محلول اليود في يوديد البوتاسيوم إلى اللبن فيتكون لون أزرق .

وللكشف عن وجود الجيلاتين في اللبن يجرى الاختبار الآتي :

١- أضف إلى ٥مل من اللبن في أنبوبة اختبار حجماً مماثلاً من محلول نترات الزئبق الحامضي (يحضر بإذابة وزن معين من الزئبق في ضعف وزنه من حامض النتريك ثم يخفف المحلول الناتج إلى ما يوازي حجمه ٢,٥ مرة باستعمال الماء المقطر) .

٢- رج الخليط ثم أضف إليه ١٠سم٣ ماء مقطر ثم رج مرة أخرى واتركها لمدة ٥ دقائق ثم رشح بعد ذلك .

٣- يضاف إلى جزء من المترشح في أنبوبة إختبار حجم مساو من محلول حامض البكريك المائي المشبع فيتكون راسب أصفر في حالة وجود الجيلاتين .

وهذا النوع من الغش بالإضافة إلى النتائج التي تترتب على استبعاد قشدته أو جزء منها من اللبن أو بإضافة الماء فإن المواد الرابطة أو المالئة التي تضاف إلى اللبن قد تتسبب في عدم إمكان تصنيع المنتجات منه زيادة على أن وجود المواد الرابطة أو المالئة قد تتسبب في نمو أنواع من البكتريا غير التي تنمو وتتكاثر عادة باللبن ومنتجاته كما هو الحال مع كثير من أنواع الجبن - والنتيجة فساد الجبن أو على الأقل عدم تسويته التسوية اللازمة .

ثالثاً : الغش بإضافة ملون :

قد يضاف الاناتو أو أى مادة ملونة صناعية إلى اللبن الجاموسي الذى سبق غشه بإحدى طرق الغش السابقة كنزع جزء من قشدته أو بإضافة لبن فرز إليه ليمكن عرضه على أنه لبن بقري نظراً لانخفاض المعدلات القانونية للبن البقري عن الجاموس ويمكن الكشف عن وجود الاناتو باللبن بإحدى الطريقتين الآتيتين :-

١) **الطريقة الأولى :-**

أ- أضف قليلاً من بيكربونات الصوديوم إلى كمية من اللبن المراد اختباره في أنبوبة اختبار .

ب- اغمس شريطاً من ورق الترشيح الأبيض في الأنبوبة واتركها طول الليل .

جـ- في صباح اليوم التالي اكشف على ورقة الترشيح فإن وجدت عليها صبغة لونها بني كان ذلك دليلاً على إضافة الاناتو للبن .

٢) **الطريقة الثانية** :-

أ- إلى ١٠مل من اللبن المراد اختباره في أنبوبة اختبار يضاف حجم مماثل من الايثير .

ب- ترج الأنبوبة بشدة وتتركها ساكنه بعض الوقت ويلاحظ انفصال طبقة الإيثير على السطح والتي تكون صفراء اللون في حالة وجود الاناتو وكلما زادت نسبة الملون باللبن كلما زاد تركيز اللون الأصفر بالايثير .

أما الألوان الصناعية Coal tar color فيمكن الكشف عنها بإحدى الطريقتين الآتيتين :-

١) **الطريقة الأولى** :-

تغلى كمية من اللبن مع قطعة من الصوف الأبيض وتلاحظ أن الصوف يكتسب لون المادة المضافة في حالة الألوان الصناعية .

٢) **الطريقة الثانية** :-

أ- إلى ١٥ مل من عينة اللبن أضف حجماً مماثلاً من حامض يد كل HCl (وزنه النوعي ١,٢) .

ب- رج المخلوط باحتراس حتى تتكون كتلاً مفتتة من الخثرة .

جـ- إذا كانت قطع الخثرة ذات لون أبيض أو أصفر كان اللبن طبيعياً أما إذا تلونت باللون الوردي Pink فإن ذلك يكون دليلاً على إضافة ألوان صناعية إلى اللبن .

رابعاً : الغش بإضافة مواد حافظة :-

يلجأ كثير من منتجي وموزعي الألبان إلى إضافة بعض المواد الحافظة مثل الفورمالين وفوق أكسيد الأيدروجين كوسيلة لاطالة مدة حفظ اللبن . وإضافة المواد الحافظة بوجه عام ممنوعة قانوناً ، وعليه فإضافتها إلى اللبن يعتبر إحدى طرق غش اللبن .

وهناك عدة طرق يمكن بواسطتها معرفة المادة الحافظة المضافة للبن ومن أهمها :-

١) **الكشف عن وجود الفورمالين في اللبن** :

الفورمالين من أكثر المواد الحافظة شيوعاً والفورمالين اسم تجاري يطلق على محلول ٤٠% فورمالدهيد وتكفي منه ٥-٦ نقط لحفظ كيلو من اللبن طازجاً لمدة ٣-٤ أيام وللكشف عنه يمكن اتباع أحدى الطرق الآتية :-

١) **الطريقة الأولى** :-

أ- خذ ٣مل من اللبن في أنبوبة اختبار وخففها بحجم مماثل من الماء .

ب- أضف حوالي ٥سم٣ من حامض الكبريتيك التجاري (٩٠%) إلى اللبن المخفف بالأنبوبة ببطء واحتراس على جانب الأنبوبة التي يجب أن تمسك في وضع مائل بحيث تتكون طبقة انفصال ولا يختلط الحامض باللبن .

جـ- في وجود الفورمالين تتكون حلقة بنفسجية Violet عند سطح انفصال السائلين وعند عدم وجود الفورمالين يتكون لبن أحمر بني .

يلاحظ أن حامض الكبريتيك النقي لا يعطي نتيجة في هذا الاختبار إلا بعد أن يضاف إليه قليل من محلول كلوريد الحديديك ١% .

وهذا الاختبار يكشف جزء من الفورمالين في ٢٠٠,٠٠٠ جزء ولكن التلوين لا يحدث في الألبان التي تحوي أكثر من٠,٣% فورمالين .

٢) **الطريقة الثانية** :-

أ- خذ ١٠مل من اللبن في أنبوبة اختبار وأضف إليها قليلاً من محلول ١٠% فلوروجلو سينول Phloro-glucinnole .

ب- رج المزيج جيداً ثم أضف بضع نقط من محلول أيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم .

جـ- إذا ظهر لون وردي فاللبن يحتوي على كمية من الفورمالين أما إذا كان اللبن طبيعيا فلا يظهر به أي تغير .

٣) **الطريقة الثالثة** :-

أ- اخلط ١,٠سم٣ من حامض نيتريك نقي مع ١٠٠سم٣ من حامض أيدروكلوريك مركز .

ب- خذ ٥مل من عينه اللبن في أنبوبة اختبار وأضف إليها ١٠سم٣ من المحلول المحضر حديثاً (في خطوة أ) .

جـ- رج المزيج جيداً واحفظ الأنبوبة في حمام مائي على درجة 50°م لمدة ١٠ دقائق .

برد الأنبوبة ومحتوياتها بسرعة إلى درجة 15°م .

د- في وجود الفورمالين يتكون لون بنفسجي يزداد كثافته بزيادة كمية الفورمالين المضافة ويراعي ألا تصل الأنابيب إلى قاع الحمام أو تكون قريبة جداً منه حتى لا ترتفع درجة حرارتها عن 50°م إذ أن ذلك يسبب تفاعل الحامض المضاف مع سكر اللاكتوز باللبن وتكوين ألوان تشبه النتيجة الموجبة للاختبار .

٢) **الكشف عن وجود فوق أكسيد الايدروجين في اللبن** :-

في السنوات الأخيرة انتشر استخدام فوق أكسيد الهيدروجين لحفظ اللبن لحين نقله إلى مصانع الألبان وخاصة في المناطق الحارة حيث أنه يوجد منه أنواع غير ضارة بالصحة وتتحلل تماماً بمرور الوقت دون أن تترك أي آثار تدل عليها كما أنه الآن مسموح به قانوناً في الولايات المتحدة الأمريكية

باستخدامه في معاملة الألبان المستخدمة في صناعة بعض أنواع الجبن مثل الجبن السويسري كبديل للبسترة .

ويستخدم فوق أكسيد الهيدروجين على هيئة محلول قوته ٣٠-٣٥% ويضاف إلى اللبن بكميات ضئيلة إذ أن ٠,١ % يد٢أ٢ يمكنها حفظ اللبن لمدة ٩ ساعات تقريباً . إذا أضيف إلى اللبن عقب إنتاجه مباشرة .

ويمكن الكشف عن وجود يد٢أ٢ في اللبن بخلط عينه من اللبن المراد اختباره بحجم مساو لها من لبن خام نقي خالي من المواد الحافظة ثم يضاف إلى الخليط نقطتان من محلول ٢% بارافينيلين ثنائى الأمين Paraphenylene diamine فيتكون لون أزرق في الحال في حالة وجود يد٢أ٢ باللبن وغالباً ما يتعذر الكشف عن وجود يد٢أ٢ باللبن بعد مضى ٢٤ ساعة على إضافته إذا أضيفت نسبة أقل من٠,١ نظراً لتحليله بفعل الانزيمات المؤكسدة مثل الكتاليز والبيروكسيديز الموجودة باللبن إلى ماء وأكسجين .

٣) الكشف عن وجود حمض البوريك والبوراكس :-

تضاف هذه المواد إلى اللبن لاطالة مدة حفظه وتباع هذه المواد تحت أسماء تجارية مختلفة وتحتوي هذه المواد عادة على ١٠-٢٠% بوراكس (بورات الصوديوم) وعلى ٧٠-٨٠ % حمض بوريك ويكفي جزء واحد منه لحفظ ١٠٠-٢٠٠٠ جزء من اللبن لعدة أيام .

ويمكن الكشف عن هذه المواد كالآتي :

١- أضف ٢سم٣ من دليل الفينولفثالين إلى ٢٠مل من اللبن المراد اختباره ويعادل بالصودا الكاوية ١/٩عيارى حتى ظهور اللون الوردي .
٢- قسم اللبن بعد ذلك إلى قسمين متساويين .
٣- أضف إلى أحداهما حجم مساو له من الماء المقطر وأضف إلى القسم الآخر نفس الحجم من محلول جلسرين ٥٠% متعادل .

٤- في حالـة وجـود حمـض البوريـك يتلاشـى اللـون الـوردى بدرجـة واضحة في القسم المضاف إليه جلسرين .

٤) الكشف عن الكربونات والبيكربونات :-

تضاف الكربونـات والبيكربونـات لمعادلـة الحموضـة الناشـئة بـسبب ميكروبي ويكشف عنها كالتالي :

١- اخلط ١٠مل من اللبن المراد اختبـاره مـع حجـم مماثـل مـن كحـول الايثايل ٩٥% .

٢- أضف نقطتين من حمض الروزاليك Roslic acid ١% ويمـزج الجميـع جيداً يتكون لون وردي في حالة وجود الكربونـات أو البيكربونـات في حين يعطى اللبن الطبيعي لوناً بنياً .

ملحوظة :-

يجـب في جميـع الاختبـارات الـسابقة معاملـة عينـة لـبن نقـي (غـير مغشوشة) بنفس المعاملة لكي تكون بمثابة عينة مقارنة (كنترول) .

خامساً : **الغش بتسخين اللبن** :

إلا إذا أوضح أن اللبن سخن لبسترته أو تعقيمه .

ويعمد المنتجون أحياناً خصوصاً في الـصيف إلى غلـي اللـبن للقـضاء على محتوياته من بكتريا حمض اللاكتيك التي تسبب ارتفاع حموضة اللبن .

لذلك يلزم في بعض الأحيان معرفة ما إذا كان اللبن قد سـبق تـسخينه إلى درجة °175ف أو أعلى ولذلك يجرى الآتي :-

أ- ضع ١٥مل لبن في أنبوبة اختبار . أضف بضع نقط من فوق أكسيد الهيدروجين (يد$_{٢}$أ$_{٢}$) ثم أضف بضع بلورات من :-

Paraphenylene diamine hydrogen chloride

ورمزه : ك$_{٦}$ يد$_{٤}$ (ن يد$_{٢}$)$_{٢}$ ٢ يد كل

امزج جيداً فتلاحظ بقـاء اللـبن إذا سـبق تـسخينه إلى °175 ف علـى الأقل وإلا فيتغير إلى اللون الأزرق .

ب- استعمل نفس الكمية من اللبن كما سبق (١٥ مل) وأضف ٢-٣ نقط من محلول النشا المغلي ٥-٦ نقط من محلول ١٠% يوديد بوتاسيوم ثم أخيراً نقطة من فوق أكسيد الهيدروجين وامزج جيداً والنتيجة كما في الاختبار السابق وتعزى النتائج السابقة إلى عمل إنزيم البيروكسيد Peroxidase إذ أن له خاصية العمل على انفراد أكسجين ناشئ من فوق أكسيد الهيدروجين وهذا يتفاعل مع الدليل في الاختبار الأول ويعطي اللون الأزرق.

أما اللبن المسخن فيظل لونه أبيض لأن الحرارة قد سببت وقف نشاط الإنزيم .

سادساً : **اختبار مركبات الكلور** :-

Hypochlorides and chloramines

وقد يستعمل هذا الاختبار للكشف عن فوق كلوريد الصوديوم أو البوتاسيوم وما شابههما من مساحيق أو محاليل التعقيم الشائعة الاستعمال في ماء التنظيف ويجرى هذا الاختبار كالآتي :-

أضف ١٥سم٣ من محلول يوديد البوتاسيوم (المحضر بإذابة ٧جم من يويد البوتاسيوم إلى ١٠٠سم٣ من الماء المقطر) إلى ٥مل من اللبن - ففي حالة وجود كميات بسيطة من فوق الكلوريد hypochlorid يتغير لون اللبن إلى اللون الأصفر أو البني .

الكشف عن غش دهن اللبن :-

هناك عدة طرق يمكن بها إثبات غش دهن اللبن نذكر منها طريقتين احداهما تتعلق بمعرفة أو التأكد من وجود مادة غريبة في الدهن. أما الثانية فتتلخص في الاستدلالات على أن المكون الطبيعي لدهن اللبن يكون موجوداً بنسب لا توجد في العينات المغشوشة أى بنسبة طبيعية أو أصلية Authentic .

وتختص الطريقة الأولى بالكشف عن الغش بإضافة الدهون النباتية وتقدم طريقة التميز بين الاسترولات الحيوانية والزيوت النباتية وسيلة لمعرفة الغش بالدهن النباتي .

ولا يوجد الفيتوستيرول Phytosterol الموجود بالدهن النباتي فى دهن اللبن) أنه وتعطي بعض أشكاله خلات تكون خواصها الطبيعية والكيماوية قريبة من خلات الكوليسترول وقد لا يمكن التأكد منها بطريقة التبلور ما لم توجد مادة الغش بكميات كبيرة .

وهناك طريقة أخرى للكشف عن الغش ووجود الاسترولات النباتية وضعها ايزنر وآخرون Eisner حيث فصلت استرولات الزبد والمارجرين ثم جزئت بطريقة الكروماتوجراف للأقسام الغير متصبنةعلى عمود من الفلورسيل Florisil متبوعاً بطريقة السائل الغازي للفصل الكروماتوجرافى لأجزاء الاسترولات .

وقد كان الكوليسترول هو الاسترول الموجود في أي عينة من الزبد .

بينما الـ Sitosterol & B. Sitosterol & Stigmasterol

وجدت في جميع عنيات المارجرين.

وقد كانت هذه الطريقة ناجحة في الكشف عن وجود كميات صغيرة حتى ١% مارجرين في الزبد .

يوجد فيتامين E في صور كثيرة وقد وجد أن :-

A-tocopherol فقط في اللبن البقري على حين وجد فى معظم الزيوت النباتية اشكال جاما أو بيتا أو دلتا توكوفيرول .

أما الغش بالدهون الحيوانية فأقل تأكيداً في الكشف عنها حيث أنه يتطلب تقديرًا كمياً في التركيب أو الثوابت الطبيعية لدهن اللبن .

وقد تعتبر زيادة نسبة الأحماض الذائبة الطيارة خاصة حمض البيوتريك هو الفرق الأساسي بين ذلك الذي لدهن اللبن وغيره من الدهون الحيوانية فتفيد الثوابت مثل عدد رايخارت ميسيل والعدد التصبني أو كرشنر وكذلك التقدير المباشر لحامض البيوتريك في الكشف عن غش دهن اللبن وعند استعمال كميات صغيرة من مواد الغش تصبح الأرقام الناتجة قليلة القيمة ولا تفيد أحياناً للاثبات القانوني.

وأكثر الأبحاث كمرجع بصدد هذا الموضوع هو ما أجراه كل من زهرن وجاكسون Zahren& Jackson ثم كيني Kenney سنة ١٩٥٦ قدر زهرن وجاكسون أعداد رايخارت ميسيل - بولنسكي - انكسار الضوء شهرياً لمدة عام على دهن اللبن الوارد من ٤٢ مصدراً من ست مقاطعات جغرافية مختلفة بالولايات المتحدة الأمريكية وقد حللا ٥٠٠ عينة إجمالية يتراوح عدد رايخارت ميسيل بين ٢٤,٢٤ - ٣٣,٥٥ بمتوسط قدره ٢٨,٩٩ أما أرقام بولنسكي فتختلف من ١,١٢ - ٢,٩٥ بمتوسط قدره ١,٩٣ .

أما انكسار الضوء فيتخلف من ١,٤٥٣١ - ١,٤٥٥٧ بمتوسط ١,٤٥٤٠ أما كيني فقد حلل نفس العينات لحامض البيوتريك وقد وجد أن هذه الأرقام تختلف من ٩,٦ -١١,٣ مول% بمتوسط قدره ١٠,٤١مول % وقد يؤدي زيادة استعمال المواد المركزة إلى نقص نسبة حامض البيوتريك نقصاً ظاهراً . وهذا مما يخلق صعوبة أخرى في طريقة الكشف عن الغش حيث أن مواد مثل دهن اللبن الناتج عند التغذية على الغذاء المركز قد تكون لها قيم منخفضة بالنسبة لحامض البيوتريك .

الاختبارات الروتينية للبن الخام الوارد لمصانع الألبان

١- الحموضة :

معنى الحموضة الطبيعية والحموضة الحقيقية :-

من المعروف أن الحموضة في اللبن تعتبر ظاهرية أو حموضة طبيعية وهذه ترجع أساساً إلى ما يحتويه اللبن الخام من مركبات طبيعية مثل ك أ – وأملاح السترات وكذلك الفوسفات والألبيومين وتقدر هذه الحموضة باللبن الخام بـ ٠,٠٧ – ٠,١٤% مقدره كحمض لاكتيك أما زيادة هذه النسبة عن ذلك يرجع إلى تحول سكر اللاكتوز إلى حمض لاكتيك مما يؤثر بطريقة مباشرة على نوعية صناعة اللبن الخام وهذه الزيادة الحمضية ترجع إلى الكائنات الحية الدقيقة الموجودة والتي تكاثرت باللبن الخام وأدت إلى ما يسمى بالحموضة الحقيقية أو الناشئة أو المتطورة True acidity أو developed acidity وقيمة هذه الحموضة أكبر من الحموضة الطبيعية وهي ٠,١٤% مقدره كحمض لاكتيك.

*** الغرض الأساسي من تقدير الحموضه** :-

١- الهدف الأساسي من ذلك هو معرفة مدى الجودة والنقاوة الميكروبية الموجودة باللبن الخام وكذلك معرفة مدى النظافة التي اتبعت في إنتاج اللبن الخام حيث يلاحظ أنه عند ارتفاع درجة الحموضة يدل على عدم وجود نظافة فى إنتاج اللبن الخام المراد تصنيعه أو استهلاكه .

٢- كذلك الغرض من تقدير الحموضة هو معرفة كيف يوجه هذا اللبن الخام في الصناعة حيث أن صناعة اللبن الشرب أو صناعة المنتجات المتخمرة، والجبن الكل يتطلب مدى جودة خاصة من اللبن الخام فتوريد اللبن الخام الذي حموضته من ٠,١٤ ٠,١٧ % مقدره كحمض لاكتيك توجه إلى صناعة لبن الشرب (اللبن المبستر – اللبن المعقم) وأيضاً إلى المنتجات المتخمرة (مثل أنواع الزبادي واللبنة) .

أما في حالة ارتفاع الحموضة عن ذلك إلى ٠,٢٢ مقدره حمض لاكتيك وهذه أقصى حموضة يتسلمها المصنع وتوجه إلى صناعة الجبن .

* **الحموضات القياسية التي يتسلمها المصنع** :

تتشدد مصانع الألبان عامة في تقييمها واستيلامها للبن الخام من ناحية قياسها درجة الحموضة .

فتعتبر أن الحموضة المثالية التي يتسلمها المصنع من ٠,١٤ -٠,١٧% مقدره كحمض لاكتيك . ويطلق المصنع على هذه النسبة لبن سليم ممكن تصنيع وتوجيه إلى الباان الشرب .

أما في حالة زيادة الحموضة عن ٠,١٧ - ٠,١٨% :-

يتم في هذه الحالة خصم حوالي ١٠% من وزن اللبن الخام وذلك نظير ارتفاع الحموضة هذا بالنسبة للمورد .

أما بالنسبة للمصنع فيعدل هذا اللبن مع لبن أقل في نسبة الحموضة ويوجه إلى صناعة اللبن الشرب أو يتم تعديله مع لبن مسترجع (لبن بدره) ثم يوجه بعد ذلك أيضاً إلى صناعة لبن الشرب .

* وفي حالة زيادة الحموضة عن ٠,١٩ - ٠,٢٢% :-

يتم في هذه الحالة أيضاً خصم ربع الكمية الموردة من اللبن إلى المصنع (أي عن كل ١٠٠ ك لبن يخصم ٢٥ك من وزن اللبن) وذلك نظير ارتفاع درجة الحموضة .

وفي هذه الحالة يتم توجيه اللبن إلى صناعة الجبن .

طريقة تقدير درجة الحموضة باللبن الخام :

كانت تتم تقدير الحموضة عن طريق المعايرة بالـ ص أ يد $\frac{١}{٩}$ ع

حيث يؤخذ كمية من اللبن الخام مقدارها ١٠ مل ويضاف إليها (٣) نقطة دليل فينول فيتالين .

ثم تقدر الحموضة عن طريق التنقيط بـ ص أ يد حتى يصل اللبن الخام إلى نقطة التعادل (اللون الوردى) .

بعد ذلك تحسب درجة الحموضة من المعادلة التالية :-

% للحموضة (مقدرة كحمض لاكتيك)

= كمية ص أ يد اللازمة للمعايرة × ٠,١ = %

مما سبق يتضح مدى أهمية اختبار الحموضة كأحد الاختبارات الأولية التي تجرى على رصيف الاستيلام بمصانع الألبان ذلك لتفادي أي خسارة تنجم عن توجيه هذا اللبن إلى أي منتج لبني لا يتناسب طريقة تصنيعها مع ارتفاع الحموضة في اللبن الخام .

*** أهمية ما تذكره الأبحاث الحديثة في مجال حموضة اللبن المراد تصنيعه :-**

يتضح أيضاً من الأبحاث الحديثة أن التغذية أشد فعالية في مجال حموضة اللبن ولها تأثيرها الواضح على الحموضة فنجد أن العلائق الخضراء الحامضية تؤدي هذه بدورها إلى رفع حموضة اللبن الخام .

كما أثبتت الأبحاث علاقة الحموضة بفردية الحيوان حيث درس في تجربة على ٥٠٠ بقرة حلوب .

فكانت النتائج كما يلي :-

١٢% حموضتها أقل من ٠,١٦%

٤٢% حموضتها أعلى من ٠,١٨%

وفى تجربة أخرى وجد أن ٨% من الأبقار تعطى لبن ذا حموضة أقل من ٠,١٦% ، ٦٣,٨% أعلى من ٠,١٨% حموضة مقدره كحمض لاكتيك في اللبن الخام وذلك فى نفس القطيع .

أي أنه يتضح من الأبحاث السابقة أن الحموضة لا تكون ناتجة عن نمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة في اللبن الخام فقط بل قد يكون أسبابها أيضا ترجع إلى نوعية العلائق التي تتغذى عليها حيوانات اللبن .

أي مما سبق يتضح أن الحموضة ترتفع في فصل الشتاء عن الصيف نوعا ما وذلك لتغذية معظم الحيوانات في مصر في هذا الموسم أو الفصل من السنة على العلائق الخضراء الحامضية وهي البرسيم كغذاء هام في هذا الموسم .

٢) درجة الحرارة

نجد أن درجة الحرارة من العوامل الهامة أيضاً : التي تؤثر على مدى جودة اللبن من حيث نشاط الكائنات الحية الدقيقة لنموها على المكونات المختلفة باللبن مما يؤدي إلى ارتفاع الحموضة وكذلك فساد اللبن بسرعة .

ولذلك يجب أن ينقل اللبن على المصنع فى تنكات تبريد مهيأة لذلك حتى تصل الألبان في درجة حرارة تطابق الدرجة التي يكون متفق عليها مع المصنع في عقد توريد اللبن حيث إنه يوجد مواصفات خاصة للبن الذي يتقبله المصنع فنجد أن الدرجة المثالية من ٥-١٠°م ويعتبر اللبن في هذه الحالة مبرداً .

أما غير ذلك لا يعتبر مطابق لما في العقد وبالتالي للشركة أن تقوم بالخصومات التي تراها مناسبة لها .

٣) النسبة المئوية للدهن

* **تعريف الدهن** :

يعرف الدهن بأنه كريات دقيقة عالقة باللبن لا ترى بالعين المجردة :

* **الغرض من تقدير نسبة الدهن** :

١) تقدير السعر :

يلاحظ أن غالبية مصانع الألبان تقم بمحاسبة مورديها على أساس ما يحتويه اللبن الخام من دهن أي أن الدهن هو المقياس الأول للسعر مع الأخذ فى الاعتبار مدى الجودة الميكروبية (على أساس تقدير الحموضة - اختبار أزرق - الميثلين . - كذلك العد المباشر للبكتريا- وغيرها من الاختبارات الحسية) .

كما يلاحظ أيضاً أنه يكون هناك وسائل أخرى تعمل على رفع السعر منها إذا كان اللبن محلوب حلب آلي أم يدوي حيث يكون هذا له تأثير على مدى جودة اللبن الخام الميكروبية .

ولذلك يوجد للمصنع مندوبين أو مسئولين لمعرفة إذا كان الحلب آلي أم يدوي حيث أن كلا له تأثير في السعر للبن الخام المورد .

٢) معرفة غش اللبن

حيث أن هناك حد معين لنسبة الدهن الذي يتقبلها المصنع وهي عادة تتراوح ما بين ٣% - ٣,١% دهن وهذه كحد أدنى أي أقل من ذلك لا يقبل اللبن الخام المورد أما أكبر حد أو الحد الأقصى هو ٩% دهن حيث إنه لو زاد عن ذلك يكون هناك احتمال إضافة للبن المورد أي نوع من الدهون الرخيصة التي تعمل على رفع نسبة الدهن باللبن الخام المورد .

أما في حالة لو كان نسبة الدهن أقل من ٣% دهن يكون احتمال الغش راجع إلى إضافة ماء يعمل على تخفيض نسبة الدهن أو قد يكون راجع إلى إضافة لبن فرز أو كليهما معاً .

٣) معرفة كمية المنتجات المتحصل عليها :

حيث يلاحظ أنه عند قياس نسبة الدهن في اللبن الخام وقبل التصنيع يمكن منها معرفة ما قد ينتج (أي كمية الناتج النهائي وهذه كتوقع منالمعادلات الحسابية ولكن ليست مؤكدة بالضبط) وهي عادة تستخدم في حالة إنتاج القشدة والزبدة .

رابعاً : **الوزن النوعي** :

وهو عبارة عن وزن حجم معين من اللبن على وزن نفس الحجم من الماء عند درجة حرارة ٦٠°ف = ١٥,٥°م

وهو يتراوح ما بين ١,٠٢٨ - ١,٠٣٢ كمتوسط في اللبن الخام .

* **طريقة تقديره** :-

يتم تقديره عن طريق اللاكتومير:-

١- يوضع اللبن في المخبار مع مراعاة أمالة المخبار اثناء سكب اللبن فيه وذلك حتى لا تتكون فقاعات هوائية .

٢- تقاس أولاً درجة حرارة اللبن بواسطة الترمومیتر .

حيث يلاحظ أنه لو زادت درجة الحرارة عن ١٥,٥م يضاف كل ١ درجة مئوية او درجة لاكتوميترية . أما في حالة انخفاض درجة حرارة اللبن عن ١٥,٥م يطرح او درجة لاكتوميترية عن كل زيادة قدرها ١ درجة مئوية .

٣- يقاس درجة اللاكتوميتر وذلك بوضع اللاكتوميتر في اللبن الذى في المخبار وذلك بإدارته نصف لفة في اللبن ويترك حتى يثبت ويجب ألا يلامس اللاكتويتر الجدار ويضاف ٠,٥ درجة وذلك نظير الجذب السطحي .

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{قراده اللاكتوميتر المعدلة}}{١٠٠٠} + ١$$

ويقدر الوزن النوعى لمعرفة الكشف عن غش اللبن (كما ذكر سابقا)

* **كيفية تقدير السعر في اللبن**

يتم تقدير السعر للبن الخام المورد على أساس كميته وما يحتويه اللبن من دهن وكذلك جودته الميكروبيه .

ويتم حساب الكمية للبن الخام بطريقتين :

١- الطريقة القديمة لتقدير الكمية :

وهي تعتمد على وضع مسطرة مدرجة في تنك اللبن الخام المورد ثم تعد الشرط المغطاة باللبن الخام المورد ثم تضرب في رقم ثابت خاص بسعة كل تنك وبهذه الطريقة يمكن حساب كمية اللبن الخام التي بالتنك بالكيلوجرام .

ثم تضرب الكمية الناتجة في سعر الكيلو جرام من اللبن الخام المورد .
أو تضرب الكمية الناتجة في سعر الكيلوجرام من اللبن الخام المورد المحسوبة على أساس نسبة الدهن وترفع هذه القيمة عندما ترتفع جودة اللبن الخام الميكروبية وهذا بالنسبة لتجار الجملة - والموردين الصغار .

فمثال على ذلك :- إذا كان سعة التنك ٢٣٩٧ ك .

فتكون الشرطه للمسطرة = ٧٠,٥ك وعدد الشرط = ٣٤ شرطه مع ملاحظة أنه لو ارتفعت الحموضة عن ٠,١٧% تخصم نسبة من وزن اللبن كما سبق القول في الحموضة .

٢) الطريقة الحديثة لتقدير الكمية :

يتم في هذه الحالة قياس كمية اللبن الموردة إلى المصنع بواسطة جهاز يطلق عليه Vanometer وهو عبارة عن طلمبه أو مضخة تقوم بسحب اللبن الخام المورد من التنك الذي به ثم يمر بعد ذلك إلى حلة تفريغ ليتخلص من الهواء ثم يمر بعد ذلك على صمام أخذ العينة ثم يمر بعد ذلك إلى المنقي أو المرشح أو فلتر والغرض الأساس منه هو التخلص من الشوائب وكذلك التخلص الجزئي من الميكروبات الموجودة باللبن ثم يمر اللبن بعد ذلك على عداد لحساب كمية اللبن الماره باللترات وهذه تظهر على شاشة خاصة بالعداد ثم يمر بعد ذلك إلى مضخة لدفع اللبن إلى تنك اللبن الخام في المصنع لحين الحاجة إليه :

تؤخذ العينة الممثلة من الجهاز ويجرى عليها تقدير الوزن النوعي وكذلك نسبة الدهن .

ثم بعد معرفة الوزن النوعي للعينة الممثلة ويضرب في عدد اللترات وبذلك نحصل على الكمية بالكيلوجرام .

ومن مميزات هذه الطريقة هي :-

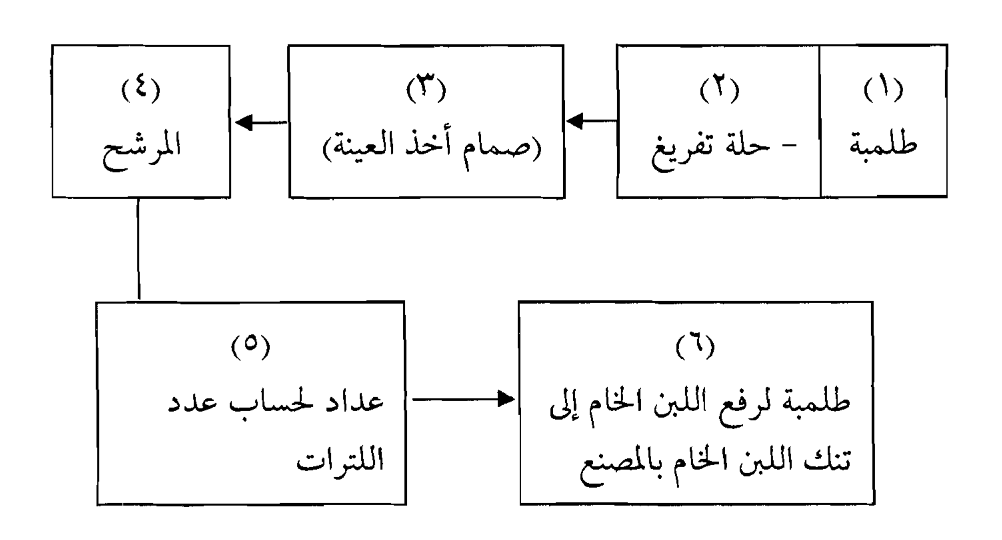
١- نحصل على اللبن منه خالي من الشوائب وخالي جزئياً من الميكروبات التي قد توجد باللبن الخام المورد إلى المصنع .

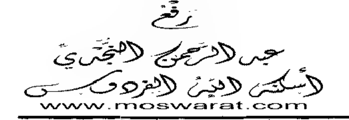
٢- عن طريق هذا الجهاز يمكن حساب هذه الكمية بدقة لأنه في هذه الحالة اللبن يكون خالياً من الشوائب والهواء .

٣- تقليل عدد العمال اللازمين لإجراء التقليب للعينة ممثلاً كما في الطريقة السابقة وكذلك تقليل العمال اللازمين للتفريغ .

٤- سرعة تفريغ التنكات الموردة بالمقارنة بالطريقة السابقة .

يمكن توضيح رسم بسيط لجهاز Vanometer





الأهمية الغذائية للبن

أهمية مكونات اللبن الأساسية :

١- بروتين اللبن :

كلمة بروتين مشتقة من اليونانية ومعناها ذو الأهمية الأولى والبروتين هو مادة بناء الأنسجة والبروتوبلازم والبروتين ويلي الماء من حيث أهميته في الجسم فهو يكون ١٨٪ من جسم الإنسان والبروتين مكون أساسي لكل خلية من خلايا الجسم وتبدأ أهمية البروتين في التغذية منذ اللحظة الأولى لتكوين الإنسان أو الحيوان أي من بدء الحمل .

البروتين فى اللبن يشتمل الكنازين وبروتينات الشرش ويكون الكنازين ثلاثة أرباع أو أربعة أخماس البروتين . جميعه وتتحلل البروتينات أثناء الهضم إلى مكوناتها من الأحماض الأمينية التي تمتص وبعض هذه الأحماض الأمينية يمكن تكوينه داخل الجسم ولا يلزم وجوده في الغذاء وبعضها لا يمكن للجسم تكوينه بكميات كافية أو حتى قليلة وهذه تسمى الأحماض الأمينية الأساسية أو اللازمة Indispensable ولابد من إمدادها للجسم عن طريق الغذاء ويعتبر البروتين المحتوي على هذه الأحماض الأمينية الأساسية مرتفعاً في القيمة الغذائية حيث تقسم البروتينات إلى :

١- بروتينات كاملة complete وهي اللازمة لصيانة الحياة وإعطاء النمو الطبيعي ومن أمثلتها الكازين واللاكتوالبيومين .
٢- بروتينات ناقصة جزئياً partialy mcpmpelet وهي اللازمة لصيانة الحياة بدون إعطاء نمو غير طبيعي .
٣- بروتينات ناقصة incomplete وهي لا يمكنها صيانة الحياة أو إعطاء أي نمو إذا أعطيت كمصدر للبروتين في الغذاء .

- ويحتوي بروتين اللبن على كل الأحماض الأمينية الموجودة عادة في البروتينات ويمد اللبن جسم الإنسان بنصف احتياجاته اليومية من الأحماض الأمينية وهذه الأحماض تعتبر لازمة للمحافظة على توازن

الآزوت للجسم وبما أن هناك فرقاً بين الأنواع والسن من حيث احتياجاتها للأحماض الأمينة فيلزم زيادة منها لنمو الأطفال كما تحدد الظروف الغذائية أو العلاجية احتياجات الجسم منها .

- وقد ثبت أن القيمة الحيوية للبروتينات تتوقف أساسًا على مدى احتوائها على كميات من الأحماض الأمينية الضرورية وهي الأحماض التي لا يمكن للجسم تعويضها بأخذ كميات زائدة من أحماض أمينية أخرى وتسبب عدم وجود هذه الأحماض اختلالا في توازن البروتين فيزيد الهدم على البناء .
- وتعرف البروتينات التي تحتوي على كل الأحماض الأمينية الضرورية بالبروتينات الكاملة وتختلف البروتينات فيما يتعلق بقيمتها الحيوية باختلاف نسب ما تحتويه من الأحماض الأمينية الضرورية ونسب تلك الأحماض بعضها مع بعض .
- وبروتينات اللبن من النوع ذات القيمة الحيوية العالية بل وتعتبر من الأغذية المكملة للأغذية الناقصة وتمتاز بروتينات اللبن برخص سعرها عن غيرها من البروتينات الحيوانية الأخرى .
- وتشير الاتجاهات الحديثة للأغذية إلى ضرورة زيادة المستهلك من اللبن وخاصة في البلاد التي تعاني نقصاً في الأغذية الكاملة مما يؤدي إلى انتشار أمراض سوء التغذية وقد أثبتت التجارب أن حالات أمراض سوء التغذية قد تم علاجها بنجاح بتزويد أطعمة المصابين بها بقدر يسير من اللبن الفرز الذي يتميز بجانب رخص ثمنه (إن لم يكن أرخص مصدر للبروتينات الحيوانية) بأنه كامل تماماً من حيث احتوائه على كل الأحماض الأمينية اللازمة للتغذية الصحيحة وبنسب تجعله في طليعة البروتينات الحيوانية من حيث قيمته الحيوية ويعتبر اللبن مورداً جيداً واقتصادياً لبروتين عالي القيمة الغذائية وذلك لأن الحيوان يمكنه تحويل الغذاء غير الصالح للإنسان إلى ذلك الغذاء المهضوم الخالي من

الفضلات ولا يحتاج اللبن إلى إعداد خاص للغذاء فإن كوباً من اللبن يوفر قدراً كافياً من البروتين للجسم بجانب المواد الغذائية الأساسية الأخرى .

وبجانب دور البروتين في نمو الكائن الحي فإنه ضروري للشخص البالغ لتعويض وتجديد الأنسجة التالفة كما يدخل في تكوين الأجسام المناعية والهرمونات والإنزيمات ويمكن استعمال البروتينات كمصدر للطاقة تحت ظروف خاصة وإن كان هذا يعتبر غير مرغوب فيه لارتفاع ثمنها كما ينتج عن هدمها نواتج أزوتية صلبة لابد من التخلص منها ويحتوي اللبن البقري على :-

١- تريبتوفان Tryptophan ١,٦ ملجم

٢- سيرين Serine ٥,٣ ملجم

٣- ليوسين Leucine ٧,٣ ملجم

٤- ايزوليوسين Isoleucine ٦,٢ ملجم

٥- ثريوتين ٤,٦ ملجم .

٦- ميثايونين ٢,٣ ملجم

٧- فالين Valine ٦,٦ ملجم

٨- هستدين Hestidine ٣,٦ ملجم

٩- أرجين Arginine ٤,٣ ملجم

١٠- ليسين Lysine ٧,٥ ملجم

وهذا يوضح مدى احتواء اللبن على الأحماض الأمينية وكثيراً ما نشاهد نقص حاد للبروتين في أثناء فترة الحمل نتيجة للسحب الشديد لبروتينات الدم وبروتينات الأنسجة لمقابلة احتياجات الجنين النامي ولذلك فزيادة الروتين مع التغذية الجيدة أمر مرغوب أثناء فترة الحمل ليس لسلامة الأم فقط ولكن أيضاً لسلامة الحمل والجنين قبل وبعد الوضع .

المقررات اليومية للبروتين :

هناك عدة عوامل هامة تحكم المقررات اليومية للبروتين وأهمها :-

١- **السن** : في الأدوار الأولى للنمو هناك حاجة شديدة ومستمرة للبروتين لبناء الخلايا الجديدة اللازمة لتطور نمو الشخص الشخص ، وبعد البلوغ واكتمال النمو تصبح الحاجة إلى البروتين منصبة فقط على محور التعويض والمحافظة Replacement mentainance ولإعطاء البروتين الجيد للأطفال أهمية كبيرة وليس أدل على ذلك أن مرض الكواشيوركور Kwoshiorkor منتشر على نطاق واسع في البلاد الاستوائية ونصف الاستوائية وأهم أسبابه نقص البروتين وهذا المرض يتميز بتوقف النمو أو بطئه وبحالة الاستسقاء oedema وتغيرات في الجلد وترسب الدهن في الكبد Fotty infiltration وقد وجد أن تعزيز وجبات الأطفال بالبروتين في هذه المناطق المصابة أدى إلى اختفاء أعراض المرض .

٢- **المجهود الجسماني** :- وجد أن الأشخاص الذين يؤدون أعمالاً شاقة والذين يقومون بالتمرين الرياضي الشديد يحتاجون لمقادير من البروتين أكثر من هؤلاء الذين لا يؤدون أعمالاً عضلية مجهدة.

٣- **المناخ** يزداد تعاطي البروتين في البلاد الباردة عنه في الحارة وكان سبب ذلك الحاجة إلى الفعل الديناميكي الخاص بالبروتين العالي في التدفئة .

٤- **الحمل والرضاعة** :- تزداد الحاجة إلى البروتين ذي القيمة الحيوية العالية في حالتي الحمل والرضاعة ففي النصف الأخير من الحمل تزداد الحاجة بشدة نظراً لسرعة بناء أنسجة الجنين أما في حالة الرضاعة فالمعروف أن إفراز ٧٠٠-٨٠٠سم٣ من لبن الأم يومياً يحتاج ١٠,٥-١٢جم بروتين .

٥- **الحالات المرضية :-** درست حالات الصدمة Shock ومتيابوليزم النتروجين وهكذا حالات الحروق الشديدة ولابد من تعويضهما عن طريق البروتين .

ويحتاج الطفل الرضيع الذي يرضع طبيعياً من ١,٥-٢,٥جم بروتين لكل كيلو جرام من وزن الجسم أما الذي يرضع صناعياً يحتاج إلى ٣-٤جم بروتين لكل كجم من وزن الجسم وذلك خلال العام الأول من عمره كما هو مبين في الجدول :-

جدول (٣٠) الاحتياجات اليومية من البروتين

السن	الاحتياجات اليومية من الروتين
١-٣سنوات	٤٠جم
٤-٦سنوات	٥٠جم
٧-٩ سنوات	٦٠جم
١٠-١٢ سنة	٨٠جم
١٣-١٥سنة	أولاد ٨٥ بنات ٨٠جم
١٦-٢٠سنة	أولاد ١٠٠جم بنات ٨٥جم

ويحتاج الشخص البالغ إلى ١جم بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم أما في حالة الحمل والرضاعة تزداد الكميات إلى ٨٥جم يومياً في النصف الأخير لفترة الحمل و ١٠٠جم يومياً في فترة الرضاعة ولابد أن يكون البروتين من النوع الجيد ذي القيمة الحيوية العالية .

٢- الدهون :-

يحتوي دهن اللبن على أحماض دهنية عديدة ويمتاز باحتوائه على نسب مرتفعة من الأحماض الدهنية المشبعة والمنخفضة في عدد ذرات الكربون وتؤثر طبيعة الأحماض الدهنية على هضمها واستعمالها وتعتبر نقطة انصهارهم العوامل المحددة لفائدة الدهن بالجسم وتتأثر بطول السلسلة

للحامض الدهني ودرجة عدم تشبعه unsaturation وكلما قصرت سلسلة الكربون أو زاد عدم تشبعه كلما قلت درجة انصهار الدهن وكلما احتوى الدهن على نسبة عالية من الأحماض الدهنية الصلبة على درجة حرارة الجسم كلما زاد إفرازه دون تمثيل . ولدهن اللبن درجة انصهار أقل من درجة حرارة الجسم (34°م) وهذا مما يزيد في قابليته للتمثيل وبما أن الدهون غير قابلة للذوبان في الماء فيجب أن يستحلب Emulsifild في الأمعاء الدقيقة كي تسهل عمل إنزيمات الهضم الذائبة في الماء وبما أن دهن اللبن في حالة مستحلبة أصلاً فإن هذا يسهل هضمه .

كذلك يمتاز دهن اللبن على غيره من الدهون الحيوانية والنباتية باحتوائه على نسبة أكبر من الأحماض الدهنية غير المشبعة والهامة في التغذية وتعتبر النسبة بين الدهن والسكر في اللبن هامة إذ أنها تنشط نمو البكتريا النافعة بالأمعاء كما يتعين وجود الدهن موزعاً على هيئة مستحلب في اللبن والقشدة والجبن والمثلوجات اللبنية عامل مساعد في عمليات الهضم . حيث يستعمل جسم الإنسان الدهون كمصدر للطاقة فعندما تتأكسد تنطلق منها طاقة تفوق تلك التي تنطلق من السكريات والبروتينات فجرام السكر ينطلق منه ٤ سعرات وكذا الحال بالنسبة لجرام من البروتين أما جرام الدهن فيتولد عند احتراقه ٩سعرات .

ويحتوي دهن اللبن على عدد من جليسيريدات الأحماض الدهنية تفوق بكثير أي دهن آخر بجانب احتوائه على الأحماض الدهنية الأساسية التي تلزم لجسم الإنسان مثل حامض اللينوليك والأراكيدونيك فلا يمكن الاستغناء عن هذين الحمضين الدهنين ولا يستطيع الجسم البشري تكوينهما . كما أن دهن اللبن يحتوي على مركبات أخرى كالفوسفوليبيدات والستيرولات والكاروتينويدات ولكل من هذه المواد دورها الحيوي فمنها يتولد بعض الفيتامينات مثل الكولين وفيتامين (د) وفيتامين (أ) .

*** وظائف ومزايا الدهن في التغذية :-**

١- يعتبر المصدر الرئيسي للطاقة المخزنة في الجسم وذلك لارتفاع قيمتها السعرية (الجرام يعطى ٩ سعر) ويرجع ذلك إلى احتوائه على نسبة أعلى من الكربون والأيدروجين القابل للأكسدة ولهذا يلجأ إلى زيادة نسبة الدهون عندما يكون من الضروري تقليل حجم الوجبة الغذائية أو مد الجسم بكمية كبيرة من الطاقة ويصحب انطلاق الطاقة عند أكسدة الدهون تكوين كمية من الماء تعادل ضعف كمية الماء المتولد عند أكسدة البروتينات والكربوهيدرات حيث يبلغ مقدار الماء المتولد عند أكسدة ١جم من الدهن ١,٠٧ جم ماء مقابل ٠,٥٥ جم ماء للكربوهيدرات و٠,٤١جم ماء للبروتينات وهي لها قدرة كبيرة للبقاء لبعض الكائنات كالجمل مثلاً.

٢- تعمل الدهون كطبقة عازلة تحت الجلد وهي تحمل المركبات المولدة لفيتامين (د) في هذه الطبقة حيث يتحول مولد فيتامين د بفعل الأشعة فوق البنفسجية إلى فيتامين (د) وذلك عند تعرض لأشعة الشمس وتتكون استرات الكلوسيتزول التي تعطي نعومة للجلد .

٣- تعمل الدهون كمواد حاملة للفيتامينات الذائبة في الدهون كما أن الدهون تقيها من عوامل الأكسدة كما لو كانت الفيتامينات موجودة في معلق مائي .

٤- بعض الأحماض الدهنية تعتبر ضرورية ويؤدي نقصها لأعراض مرضية .

٥- وجود الدهن يزيد من استساغة الطعم .

٣- الكربوهيدرات :-

يقتصر وجود اللاكتوز على اللبن فقط ويمكن تمثيله في صورة ما في الغدد اللبنية ويعتبر اللاكتوز سدس حلاوة السكروز أو سكر القصب وأقل ذوباناً في الماء من السكريات الأخرى ويوجد في صورة محلول حقيقي في اللبن ويتحلل أثناء الهضم إلى جلوكوز وجالاكتوز .

ويمتاز سكر اللبن على غيره من المواد الكربوهيدراتية بقدرته على التخمير الذي يعتبر ذو أهمية خاصة في التغذية كما أنه يؤثر بدرجة أقل على غشاء المعدة المخاطي نظراً لقلة ذوبانه .

تعتبر الكربوهيدات مصدر الطاقة الرئيسي في الجسم فيحتاج الشخص العادي في المتوسط إلى ٣٠٠٠ سعر تقريباً يوفر منها ٢٠٠٠ سعر من تناوله الكربوهيدرات وللكربوهيدرات أهمية في ميزان الحموضة بالجسم البشري فقد ثبت من البحوث أنه يتوالد في الإنسان حالة حموضة إذا قل دخل الكربوهيدات عن المقدار اللازم لتغطية ١٠% من سعراته الكلية وكانت الدهون تغطي باقي احتياجاته السعرية والكربوهيدرات عامل غذائي ضروري للأنسجة وعلى الخصوص فيا يتعلق بالنشاط الانقسامي للخلايا .

واللاكتوز وهو سكر ثنائي يتميز بقلة حلاوته وذوبانه مما يساعد على عدم سرعة إجهاد حواس التذوق وعدم ملل الإنسان من كثرة تناوله .

ويمتاز هذا السكر بقلة امتصاصه في الجهاز الهضمي وبذلك يمر معظمه إلى الأمعاء مما يهيئ ظروف أنسب للتخمرات الحمضية التي تقلل من التخمرات التعفنية ويساعد السكر على زيادة نشاط وتمثيل وامتصاص الكالسيوم والفوسفور في جسم الإنسان .

ولما كان سكر اللبن يحتوي على السكر المعروف باسم الجلاكتوز فقد إحتمل بعض العلماء أن يكون اللاكتوز عاملاً في تكوين جلاكتوسيدات المخ والنسيج العصبي .

ولا يعرف للاكتوز مقررات كما هو الحال في بعض الأحماض الأمينية ، مثلاً ويرجع ذلك إلى أن الكربوهيدرات ومشتقاتها في الجسم تحضر من مصادر غير كربوهيدراتية .

ولقد كان اهتمام علماء التغذية في الماضي ينصب على الكمية والنوع في البروتين والدهن إلا أنه ثبت أن للكربوهيدرات وظائف أخرى في الغذاء غير مجرد ملء فراغ في الوجبات من ناحية المقررات السعرية فمثلاً الهيبارين

وهو يحتوي على أمين الجلاكتوز كمانع للتجلط حيث يمنع تحويل بروثرومبين إلى ثروبين وبذلك يمنع التجلط .

٤- الأملاح المعدنية :-

يحتوى اللبن على كثير من المعادن التي تدخل في بناء الجسم بعض العناصر مثل الكالسيوم والفوسفور والحديد واليود يجب إعطاؤها أهمية خاصة ويوجد حوالي ١٣ معدن أساسي تلزم لحفظ الصحة والحيوية وهذه هي مواد تكوين العظام وهي الكالسيوم ، والفوسفور ، المغنسيوم ، المنجنيز والمواد المكونة للدم هي : الحديد - النحاس - الكوبلت ومواد أخرى الصوديوم والكلور (الملح العادي) والبوتاسيوم - واليود - والكبريت والزنك ويحتوى الرماء باللبن على تلك المعادن الأساسية وخاصة الكالسيوم والفوسفور ويعتبر اللبن فقيراً في الحديد ولكن يمكن تعويضه بتعاطي أغذية أخرى غنية فيه إلى جانب تناول اللبن ومنتجاته وإذا تم تدعيم اللبن ومنتجاته بالحديد والمعادن لها أهمية بالغة في العمليات الحيوية وتكوين جسم الإنسان فمثلاً أملاح الكالسيوم والفوسفور لازمة لتكوين العظام والأسنان والغضاريف كما يساعد الكالسيوم على تجلط الدم ويلزم الحديد لتكوين مادة الهيموجلوبين التي تدخل في تركيب الكرات الحمراء في الدم ويدخل الكلور في تحضير حامض الايدروكلوريك الذي يكون جزءاً أساسياً في العصارة المعدية الهامضة ويدخل الكبريت في تكوين خلايا الجلد والشعر والأظافر. وتدخل المعادن في تركيب كثير من المركبات العضوية ذات الأهمية الحيوية في الجسم مثل البروتينات النووية والفوسفولييدات وتحتوي بعض الفيتامينات والأنزيمات والهرمونات على بعض المعادن فالكوبلت يدخل في فيتامين B2 واليود في البيردوكسين . ويعتبر الكالسيوم مهم جداً للإنسان للوقاية من الكساح أو تجلط الدم ولتقوية القلب في تنظيم الاستجابة لعمل العضلات المختلفة ويصعب الحصول على احتياجات الجسم من الكالسيوم دون تناول اللبن وقد دلت التحاليل على أن الطفل لا يمكنه الحصول على

ما يلزمه من الكالسيوم (دون استهلاك كيلو من اللبن يومياً) وهذا القدر يمد الجسم بما يساوي جرام من الكالسيوم كما يعتبر ضرورياً في غذاء البالغين أيضاً .

٢- الفوسفور :- يوجد في كثير من المواد الغذائية الشائعة ويمثل مع الكالسيوم تمثيلاً جيداً بالجسم وفوسفور الحبوب أقل كفاءة في التمثيل وخاصة إذا لم يوجد فيتامين (د) بكميات كافية في الغذاء وهو له أهمية في نقل وتخزين الطاقة الحيوية وتعتبر عمليات الفسفرة من العمليات الحيوية المهمة في كثير من العمليات مثل امتصاص الكربوهيدرات وامتصاص الدهون وتتراوح كميته في جسم الإنسان ١٠٤جم عند الوضع ، ٦٧٠جم في الشخص البالغ الطبيعي .

٣- الصوديوم والبوتاسيوم :- من العناصر التي تلعب دوراً هاماً في هذا الخصوص كما أن بعض أيونات المعادن تلعب دوراً هاماً في تنظيم نبضات القلب وحساسية الأعصاب ويعتبر البوتاسيوم والكالسيوم من أهم المعادن التي تقوم بهذا الدور .

من حيث أهمية البوتاسيوم : فهو ضروري للفعل الأمثل للعضلات وعلى الأخص عضلة القلب وهو ضروري للنمو ومنشط لبعض الأنزيمات- ضروري للنمو -يحافظ على تنظيم الضغط الأسموزي- ضروري للمتيابولزم .

أما بالنسبة للصوديوم :- لاينصح باستخدام كميات كبيرة من كلوريد الصوديوم وذلك لتجمعها في الجسم وتسبب حالات التهاب الكلي وحالات هبوط القلب وهو ضروري حيث يتأثر ميتابوليزم الصوديوم لهرمونات غدة فوق الكلى Adrerol cortical steroids فوجوده ضروري لإعادة امتصاص الصوديوم في الكليتين فإذا نقص الهرمون يظهر مرض Addiron's diseases والصوديوم والبوتاسيوم يقومان بأحداث توازن قوي الضغط الأسموزي .

وكذلك يعملان على الاحتفاظ بالماء في أنسجة الجسم .

يقوم الصوديوم بتمثيل أهم العناصر في السوائل بين الخلايا وهو الذي يحكم كمية السوائل خارج الخلايا ومدى الاحتفاظ بها وهذا هو السبب الذي يدعو إلى منع بعض المرضى من تعاطي الصوديوم في حالات مرضية خاصة وذلك للإحلال من تراكم السوائل بين الخلايا .

- ولا ينقص من قيمة اللبن الغذائية نقص نسبة الحديد فذلك أمر يمكن تعويضه بتناول أطعمة غنية في الحديد مثل البيض والفاكهة والخضروات ويعتبر الحديد والنحاس ثابتي الكمية باللبن غير معتمدين على نسبة وجودهما في عليقة الحيوان بعكس اليود الذي يتوقف مقداره باللبن على نظيره في غذاء الحيوان .

ويمكن إيجاز وظائف المعادن في الجسم كالآتي :-

١- بناء الهيكل العظمي والأسنان .

٢- تدخل في تركيب كثير من المركبات العضوية ذات الأهمية الحيوية في الجسم أو التي يتكون أجزاء هامة من التركيب الأساسي للخلايا مثل البروتينات النووية والفوسفولبيدات والهيموجلوبين والنيتروكسين .

٣- وجودها في سوائل الجسم يؤدي لحدوث الضغط الأسموزي الذي يعتبر توازنه من الأساسات الهامة للحياة السليمة ويلعب الصوديوم والبوتاسيوم على الخصوص دوراً هاماً في ذلك .

٤- وتلعب دوراً هاماً في حفظ وتنظيم التفاعل في الجسم .

٥- تؤثر بعض الأيونات في مدى تؤثر العضلات وانتظام القلب وحساسية الأعصاب.

٦- يلعب الكالسيوم دوراً هاماً في عملية تجلد الدم .

٧- بعض الأيونات المعدنية تقوم بتنشيط بعض الأنزيمات وعموماً يحتاج جسم الإنسان إلى ثمانية عناصر معدنية هامة وهيُ الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والفوسفور والماغنسيوم والكبريت والكلور

والحديد وهي تكون ٦٠-٨٠٪ من مجموع المادة المعدنية في الجسم بالإضافة لمعادن الآثار وهي النحاس واليود والمنجنيز والخارصين والكلور .

* يوضح الجدول (٣١) مقارنة بين نسب عناصر الأملاح المعدنية في جسم الإنسان ولبن الأم واللبن البقري :

العنصر	جسم الإنسان %	العنصر بالمليجرام في ١٠٠جم	
		لبن الأم	لبن بقري
كالسيوم	١,٨	٣٠	١٢٠
فوسفور	١	١٤	٩٨
بوتاسيوم	٠,٣٥	٥٢	١٦٠
كبريت	٠,٢٥	١٢	٢٩
صوديوم	٠,١٥	١٥	٥٠
كلور	٠١٥.	٢٦	٩٨
مغنسيوم	٠,٠٥	٤	١٤
حديد	٠,٠٤	٠,٢	٠,٠٨
منجنيز	٠,٠٠٣	أثار	٠,٠١
نحاس	٠,٠٠٠١٥	٠,٠٥	٠,٠٢
يود	٠,٠٠٠٠٤	٠,٠١٢	٠,٠١
كوبلت	كمية ضئيلة	-	٠,٠١
زنك	-	٠,٣	٢,٠
سيليكون	-	-	١,٥٠٠
موليبديوم	-	-	٠,٠٨

*والجدول (٣٢) يبين الاحتياجات المطلوبة يومياً من الأملاح المعدنية :-

المادة	الكمية المطلوبة يومياً	المادة	الكمية المطلوبة يوميا
صوديوم	٤-٥جم	اليود	٠,٠٣ ملجم
بوتاسيوم	٢-٣جم	الكبريت	٠,٠٣ ملجم
كالسيوم	٢٥ملج/جم	الكوبلت	أثار
فسفور	١,٥ جم	المنجنيز	أثار
مغنسيوم	٢٥٠ملجم	الخارصين	أثار
حديد	٥ملجم		
نحاس	٣ملجم		

٥- **الفيتامينات** :-

تعرف الفيتامينات بأنها مركبات عضوية يتطلبها الجسم بكميات صغيرة جداً لسلامة النمو وتمام الصحة وهي لا تستعمل لأغراض البناء أو توليد الطاقة وهى هامة لتنظيم الميتابوليزم وحسن سير عمليات تحويل وتبادل الطاقة وقبل أن يعرف التركيب الكيماوي للفيتامينات كان يطلق عليها أسماء مشتقة من الأمراض المتسببة عن نقصها وكان يطلق على فيتامين أ اسم فيتامين المانع لإلتهاب العين وعلى فيتامين (جـ) اسم الفيتامين المانع لمرض الاسقربوط .

*وقد أصبح واضحاً أن حدوث حالات نقص غذائي بسيط لنوعٍ واحد من الفيتامينات أصبح نادراً فإذا كانت الوجبات ناقصة في فيتامين مثلاً فإنها تكون في أغلب الأحيان ناقصة في عدة فيتامينات أو عوامل غذائية أخرى ويعود ذلك إلى أن الفيتامينات وعلى الأخص أعضاء مجموعة (ب) المركب توجد عادة مع بعضها فمثلاً الكبد والقلب والكلى تعتبر أغذية غنية بها بينما يفتقر الأرز الأبيض لعدد كبير منها .

وتقسم الفيتامينات عادة إلى :

١- فيتامينات ذائبة في الدهون وهذه تشمل فيتامينات A,D,E,K .

٢- فيتامينات ذائبة في الماء :- وتشمل مجموعة فيتامينات (ب) وفيتامين ج .

وقد اكتشفت كثير من فيتامينات مجموعة (ب) كما درست أهميتها في التغذية . هذا وتعتبر الفيتامينات اللازمة للجسم في اللبن ومنتجاته الدهنية أهم مصدر لفيتامين (A) ويتوقف مقداره في اللبن على غذاء الحيوان إذ تعتبر مادة الكاروتين به مصدراً لهذا الفيتامين precursor وتزيد محتوياته اللبن عند تغذية الأبقار أو الماشية الحلوب على المراعي الخضراء .

وفيما يلى شرح مبسط للفيتامينات :-

أ- فيتامين (A) :- ومن خواص هذا الفيتامين ذوبانه في الدهن ولذلك يعتبر اللبن والزبد والقشدة والجبن والمثلوجات القشدية مصدراً هاماً لهذا الفيتامين ويسمى هذا الفيتامين بالمضاد لمرض الجفاف وله علاقة بعملية الابصار ويعمل على النمو في الصغار وتحسين الصحة في الصغار والكبار على السواء كما يحافظ على سلامة وصحة النسيج البشري المخاطي .

وتتوقف درجة تركيز هذا الفيتامين في اللبن على نوع الغذاء الذي يتناوله الحيوان فتزيد نسبته بزيادة ما يتناوله الحيوان من الأغذية الخضراء المحتوية على المادة المولدة لهذا الفيتامين (الكاروتين) .

* ونظرياً يعطي الجزء الواحد من بيتاكاروتين جزئين من فيتامين (أ) بينما يعطي الجزئ الواحد من الألفا أو الجاماكاروتين جزئياً واحداً من فيتامين (أ) وتحدث عملية التحويل هذه في جدران الأمعاء الدقيقة ويخزن الفتيامين المتكون في الكبد .

* ويوجد هذا الفيتامين في اللبن البقري بنسبة ٦-٨ ميكروجرام لكل جرام من الدهن أو ١٢٠-٢٢٠ وحدة دولية لكل ١٠٠جم لبن بينما يوجد

في لبن الأم بنسبة ٨-١٢ ميكروجرام لكل جرام دهن أو ١٦٠-٢٩٠ وحدة دولية لكل ١٠٠جم لبن .

يحتاج الإنسان في فترة النمو إلى ٣٥٠٠ وحدة دولية يوميا.

يحتاج الإنسان في فترة البلوغ إلى ٦٠٠٠ وحدة دولية يوميا .

أعراض النقص :

يؤدي النقص البسيط إلى بطء النمو وفقد الشهية وضعف المقاومة ضد الأمراض المعدية وجفاف الجلد كما قد تظهر حالة العمى الليلي وبازدياد شدة النقص يحدث التهاب وتقرن العين حيث تلتهب القرنية والملتحمة كما تجف الغدد الدمعية ويسهل إصابة العين بالميكروبات .

ب- فيتامين (D) :-

يعتبر Hopkips أول من استنتج أنه ربما كان هناك عاملاً غذائياً يقى الجسم من الكساح ثم جاء Funk واعتبر أن الكساح مرض ناتج عن نقص فيتامين (د) وهناك مركبات مختلفة لفيتامين (د) أهمها فيتامين د٢ ، د٣ ، وعند تعريض مولد الفيتامين للأشعة فوق البنفسجية يتكون مخلوط من المركبات المختلفة لفيتامين د .

أهمية فيتامين (د) :-

١- يدخل في العمليات الحيوية التي يترتب عليها بناء الهيكل العظمي وهي عمليات معقدة لايزال معظمها مجهول .

٢- له أهمية فى عملية امتصاص الكالسيوم كما أنه في وجود فيتامين (د) ويزداد امتصاص الفوسفات

٣- له علاقة بإخراج الفوسفات عن طريق الكلى ففي غياب الفيتامين يزداد إخراج الفوسفات من الكلى والغالب أن هذا هو أصل حالة نقص الفوسفات المعروفة هي في كثير من الحالات عبارة عن أعراض متقدمة لحالة الكساح .

٤- يعمل على حفظ مستوى الكالسيوم والفوسفور في الدم .

٥- قد ثبت حديثا أن لفيتامين (د) تأثير على ميتابولزم حامض الستريك فالعظام المصابة بالكساح تحتوي على تركيز من السترات اقل من العظام العادية كما أنه في حالة مرض الكساح ينخفض مستوى السترات في البلازما ويؤدي الحقن بفيتامين (د) إلى رفع مستوى السترات في البلازما وتقليل افرازها في التبول .

أعراض النقص

حدوث (تكلس) غير تام للعظام كذلك إذابة أملاح العظام من العظام التامة التكلس يصاحب ذلك نمو غير طبيعي للأسنان وإذا حدثت هذه الأعراض في دور الطفولة أطلق عليها اسم الكساح وقد تحدث للشكل البالغ وعلى الأخص للسيدات فيطلق عليها لين العظام ويحدث ذلك نتيجة لتكرار الحمل مع سوء تغذية الأمهات حيث يتطلب الجنين كميات عالية من المواد المعدنية وعلى الأخص الكالسيوم والفوسفور ويتميز مرض الكساح في الأطفال بالعديد من الأعراض منها كبر الراس وبروز الجبهة وتصلع الرأس وزيادة تقوس الضلوع فيصغر بذلك حجم القفص الصدري ، وتتضخم مفاصل الركبة والقدم وتتقوص عظام الرجل ويتأخر ظهور الأسنان وعند ظهورها تكون متقاربة جدا من بعضها وتعالج حالات لين العظام بإعطاء الفيتامين .

ويبلغ تركيز فيتامين د في اللبن البقري نحو وحدة دولية بينما ويحتوي لبن الأم من أي وحدة دولية ويحتاج الطفل ٤٠٠ وحدة دولية يوميا وفي حالات الحمل والرضاعة تحتاج إلى ٦٠٠-٨٠٠ وحدة دولية ولعلاج حالات الكساح ٥٠٠-١٥٠٠ وحدة .

(ج) فيتامين (E) :

يحتوي عليه اللبن وهو الفيتامين المضاد للعقم (التوكوفيرول) ويوجد مركبات معروفة له الآن في الطبيعة هي ألفا وبيتا وجاما ودلتا توكوفيرول ويعتبر المركب الفا توكوفيرول أقواها في منعة للعقم .

وظيفته :-

تأثير مانع للاكسدة حيث يمنع تكوين البروكسيدات بواسطة الأحماض الدهنية الغير مشبعة ، وقد أدى اكتشاف وظيفة التوكوفيرول كمانع للأكسدة في خارج الخلايا إلى الإعتقاد بأن أهميته في الجسم ترجع أيضا لهذه الخاصية حيث وجد أن دهون القيران التي غذيت على علائق فقيرة في فيتامين (E) تتأكسد وتتزنخ بسرعة عند تخزينها أما الدهون التي أستخرجت من حيوانات كانت تتغذى على علائق غنية فى الفيتامينات قاومت الأكسدة كما أمكن إثبات ذلك بالنسبة لدهون حيوانات الذبح حيث ثبت أن فيتامين E يقوم بحماية فيتامين A من الأكسدة سواء خارج الجسم أو داخل الخلايا كذلك في القناة الهضمية أثناء عملية الهضم وتؤكد جميع التجارب التي أجريت أنه ضروري أيضا في عمليات الميتابوليزم وخاصة ميتابولزم الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت

أعراض النقص

ولم يثبت حتى الآن ما إذا كان هذا الفيتامين ضروريا للتناسل في الإنسان إلا أن هناك عدة حالات أستعمل فيها الفيتامين بنجاح في علاج العقم والإجهاض المتكرر .

وأصبح معروفا أن نقص فيتامين E يؤدي إلى ضمور العضلات اللاإرادية في أنواع مختلفة من الحيوانات . حيث يحدث استبدال تدريجي لأنسجة العضلات بأنسجة متليفة ، ولم يثبت حتى الآن أي أعراض واضحة لنقص هذا الفيتامين في الإنسان وبالتالي فمن الصعب تحديد المطلوب اليومي منه للإنسان إلا أنه تحت الظروف التغذية الصحيحة فإن متوسط ما يحصل عليه الفرد من فيتامين E في الغذاء وجد أنه يبلغ ٢٠ملجم/يوم ونسبته في لبن البقر أو ملجم لكل ١٠٠جم لبن وتبلغ نسبته في لبن الأم تسعة أضعاف هذه الكمية .

(د) فيتامين K :-

يساهم هذا الفيتامين في تكوين البروثرومبين prothrombin في الكبد وتسرع كذلك في تحويل البروثرومبين إلى Thrombin ونقص الفيتامين يؤدي لانخفاض مستوى البروثرومبين في الدم وبذلك يتعطل ميكانيزم التجلط .

أعراض نقصه

١- الإدماء الغزير من الجروح أو الخدش البسيط .

٢- انخفاض مستوى البروثرومبين في الدم وبالتالي يتأخر التجلط . ولا يحدث نقص هذا الفيتامين إلا في الطيور فقط ولا يحدث في الإنسان وهو يوجد فى اللبن بنسبة ضئيلة .

(هـ) مجموعة فيتامين (ب) :

فيتامين B_1 (الثيامين) يفقد جزءا منه بالتسخين إذ يفقد منه حوالي ٢٥% عند البسترة ويساعد تناول هذا الفيتامين على فتح الشهية للبنات التى قد يتغير نتيجة النمو الفسيولوجي في فترات معينة ولا يعتبر نقص هذا الفيتامين في اللبن مشكلة في التغذية إذ يكثر وجوده في مواد غذائية شائعة مثل البيض واللحم والحبوب والخضروات كما يمكن تكوينه في معدة الحيوانات المخترة بواسطة بكتريا خاصة .

ويشارك الفيتامين فى دورة كربس ودورة فوسفات البنتوزا .

وأعراض نقص الفيتامين تتلخص فى فقد الوزن وخلل فى الأجزاء العضلية العصبية والقلب الغير طبيعى وكل هذه الأعراض تعرف بمرض البرى برى .

٢- الريبوفلافين B2 :-

هو احدى مجموعة فيتامين (ب) المركبة الذائبة في الماء يفيد في منع اصابات الجلد وضعف البصر والقوة حيث أنه مرافق لمجموعة من الأنزيمات الموجودة بالخلايا الحية ويجب أن يستمر تناوله أو الحصول عليه من الصغر حتى الشيخوخة حتى يبقى الشخص شابا في مظهره .

ويعتبر اللبن موردا ممتازا للريبوفلافين ويلزم المحافظة على اللبن من التعرض للضوء لتقليل الفقد فى هذا الفيتامين ويوجد هذا الفيتامين في اللبن الكامل والفرز والألبان المجففة كما يعتبر إضافة اللبن المجفف الى الخبز والفطائر أكبر فائدة على التدعيم بهذا الفيتامين لغذاء الإنسان ولا تؤثر عليه عمليات الصناعة بل يفقد فقط عند تعرض اللبن للشمس ويحتوى لتر اللبن أو ما يقابله من المنتجات اللبنية على احتياجات الجسم من الريبوفلافين لجميع الأعمار ، وللحصول على تلك الكمية من الريبوفلافين والموجودة في لتر من اللبن يجب على الشخص أن يأكل ٤/٣ رطل من الجبن أو١٢ بيضة أو ١/٥ رطل من الكبد أو ١,٥ رطل من القول الجاف أو ٢,٥ رطل من اللحم أو ١,٥ رطل من الخضروات .

٣- النياسين B3 :

يحتوي اللبن على قدر قليل من النياسين ولو أن قيمة اللبن العلاجية لمرض البلاجرا من ناحية النياسين تعتبر عالية ويقال إن ذلك بسبب احتواء اللبن على قدر كاف من الحامض الأمينى تيرتبوفان tryptophane . قد وجد أن تكوين النياسين من الحامض الأميني المذكور يحدث في القناة الهضمية وفي الأنسجة .

ويلاحظ أن اللبن يحتوي على مجموعة طيبة من الفيامينات بعضها بتركيز مرتفع مثل الريبوفلافين وبعضها بدرجة متوسطة مثل فيتامين (أ) والثيامين أما فيتامينات ج ،د ،ك فنسبتها قليلة في اللبن .

ويظهر مما سبق مدى احتواء اللبن على المركبات الضرورية للتغذية وسهولة استكمال نقصها إما بإضافتها إلى اللبن كما يحدث في الولايات المتحدة الأمريكية من تقوية اللبن بفيتامين (أ) باضافته إليه أو عن طريق تناول بعض الأغذية الشائعة الاستعمال الغنية فى الفيتامينات ، وفي إحدى التجارب التي أجريت أمكن لمجموعة من الفيران النمو والتوالد ٧٠ مرة على

الغذاء المكون من جزء واحد من اللبن الكامل المجفف وخمسة اجزاء من دقيق القمح الكامل .

ويمتاز اللبن بجانب احتواءه على هذه المكونات الغذائية بارتفاع درجة قابليته للهضم إذا ما قورن بالأغذية الأخرى حيث تبلغ قيمة ما يهضم من اللبن ٩٨-٩٩% فإن قيمة ما يهضم من الأطعمة الحيوانية الأخرى تتراوح بين ٩٥- ٩٧% أما الحبوب والخبز فيهضم منها ٨٥-٩٠% ويهضم من الخضروات والفاكهة ما يعادل ٨٣-٩٠% من وزنها .

(و) **فيتامين (C)** :-

عرف هذا الفيتامين منذ اواخر القرن الخامس عشر بين البحارة أثناء رحلاتهم في البحر حيث كانت تظهر عليهم اعراض خاصة عرفت بمرض الأسقربوط نتيجة نقص الخضروات والفواكه في غذائهم ، وفي سنة ١٩٣٣ عرف تركيبه الكيماوي ويسمى بحامض الأسكوربيك Ascorbic ، ويتاكسد حامض الأسكوربيك أكسدة عكسية بواسطة أكسوجين الهواء في وجود آثار المعادن الثقيلة وخاصة النحاس وتزداد قابلية الأكسدة بزيادة رقم الحموضة في الوسط .

ويوجد الفيتامين فى اللبن بتركيز ١٥,٧ - ٢٧,٥ ملجم/لتر ويفقد من اللبن عند تخزينه أو تعريضه لضوء الشمس أو النحاس ولا يعتمد هذا الفيتامين في تكوينه على غذاء الحيوان إذ يمكن تركيبه داخل الجسم ويزيد عند التغذي على علائق خضراء .

أعراض النقص

يسبب نقص هذا الفيتامين مرض الأسقربوط ومن أعراضه الشحوب وإدماء اللثة وفتور العقل وألم في الأطراف وظهور بقع أرجوانية اللون تدريجيا لا سيما في الرجاين والفحذين ولا يعتبر اللبن مصدرا هاما لهذا الفيتامين حيث تبلغ نحو ٢ملليجرام لكل ١٠٠جم لبن بقري بينما تبلغ هذه النسبة في لبن الأم ٤-٥مليجرام لكل ١٠جم لبن .

الجدول التالي يوضح الكمية المطلوبة من الفيتامينات يوميا :-

المادة	الكمية المطلوبة	المادة	الكمية المطلوبة
١- ب١	١,٥ ملجم	٧-ب١٢	١ ميكروجرام
٢- ب٢	١,٥ ملجم	٨-ج	٧٥ملجم
٣- ب٣	٠,٥ملجم	٩-أ	٦٠٠٠وحدة
٤- حمض بانتوثنيك	٣ملجم	١٠-د	٤٠٠وحدة
٥- ب٦	٠,١٠ملجم	١١-E	٢٠ملجم
٦- البيوتين	٢٠٠ميكروجرام	١٢-K	٧٥ ميكروجرام

الجدول الآتي يوضح نسبة الإحتياطات اليومية من بعض العناصر الغذائية الممكن الحصول عليها من لتر من اللبن وذلك كنسبة مئوية :-

المجموعة	كالسيوم	ريبوفلافين	بروتين
١) الأطفال			
١-٣سنوات	١١٥	١٦٨	٨٦
٤-٦سنوات	١١٥	١٤٠	٦٨
٧-٩سنوات	١١٥	١١٢	٥٧
٢) البنات			
١٠-١٢سنة	٩٦	٩٣	٤٩
١٣-١٥سنة	٨٩	٨٤	٤٣
١٦-٢٠سنة	٨٢	٦٧	٤٦
٣) الأولاد			
١٠-١٢سنة	٩٦	٩٣	٤٩
١٣-١٥سنة	٨٢	٨٠	٤٠
١٦-٢٠سنة	٨٢	٦٧	٣٤
٤) النساء			
أثناء الحمل	٧٧	٨٤	٤٣
أثناء الرضاعة	٥٨	٦٧	٣٤

أهمية اللبن في التغذية :-

(١) اللبن في تغذية الرضع :-

يعتبر لبن الأم أفضل غذاء لرضيعها خاصة خلال الأشهر الأولى بعد الولادة وتكون الصفات الكيماوية والطبيعية للبن الأم أكثر ملاءمة في تغذية الرضيع في هذه الفترة ، ويتناول الرضيع لبن أمه على درجة حرارة مناسبة وفي حالة معقمة خاصة إذا اعتنت الأم بالنظافة قبل وبعد كل رضعة . وفي الوقت الحاضر معظم الأمهات من العاملات ، وكذلك لايمكنهن رعاية رضيعهن طوال اليوم وتغذيته على لبنهن لذلك لابد من الاعتماد على مصدر اللبن لاستعماله في تغذية الرضيع .

وعادة مايستعمل اللبن البقري كبديل للبن الأم على أن يجري تعديل في تركيبه بحيث يصبح أقرب ما يمكن إلى تركيب لبن الأم .

الجدول التالي يوضح الأختلافات في تركيب اللبن البقري ولبن الأم .

(التركيب الكيماوي للبن البقري ولبن الإنسان)

نوع اللبن	دهن	بروتين	لاكتوز	رماد	مواد صلبة كلية
البقري	٤	٣,٥٠	٤,٩٠	٠,٧٠	١٣,١٠
الانسان	٣,٧٠	١,٦٣	٦,٩٨	٠,٢١	١٢,٥٧

ويتضح من الجدول السابق أن الاختلاف الجوهري في نسبة اللاكتوز والبروتين والرماد فترتفع نسبة اللاكتوز وتنخفض نسبة البروتينات في لبن الأم عنها في لبن الأبقار ولتعديل مكونات اللبن البقري عادة ما يضاف الماء لخفض نسبة البروتينات ويضاف السكر لرفع نسبة الكربوهيدرات وعادة ما يكون السكر المضاف لاكتوز أو سكروز أو ديكستريمالتوز واستعمال اللبن البقري الخليط أفضل من استعمال لبن من بقرة واحدة باستمرار وذلك لانتظام محتويات لبن القطيع يوم بعد يوم ، ويشترط أن يحضر اللبن المعدل تحت ظروف صحية عالية .

ويجب أن يغلى بعد تعديله لمدة لاتقل عن ٣دقائق حتى يكون أقرب ما يمكن إلى التعقيم وحيث يعمل غلي اللبن كذلك على الحصول على خثرة طرية تلائم معدة الرضيع ، كذلك تستعمل الألبان المكثفة غير المحلاة والمعقمة Evaportated milk بنجاح بدلا من اللبن السائل على أن يجري عليها عملية التعديل .

ويستحسن استشارة الطبيب في تقرير مدى التعديل الواجب اجراؤه على اللبن ليصبح أكثر ملاءمة لصحة وعمر الرضيع ، ويمكن أن ينصح الطبيب بإعطاء الرضيع عصير الطماطم أو البرتقال لتعويض النقص في فيتامين (C) في اللبن

(٢) **اللبن في تغذية الأطفال** :-

يبدأ الطفل عادة بعد الشهر الثامن أو التاسع بالتعود على تناول الأغذية الأخرى مثل عصير الفواكة (برتقال أو طماطم) والحبوب والبيض إلا أنه يعتمد على اللبن كجزء رئيسي في وجباته الغذائية .

وينصح خبراء التغذية أن يتناول الطفل يوميا كيلو من اللبن وهذه الكمية تمده بحوالي جرام من الكالسيوم واحتياجاته من فيتامين A, B2 والبروتينات ، كذلك يمد الطفل بحوالي نصف أو ثلث احتياجاته من الطاقة الحرارية حوالي ٦٧٠ كالوري كذلك يجب أن يغذى الطفل على الفواكة والخضروات خاصة الغنية بفيتامين C والحديد وتقوم الحبوب باستكمال السعرات اللازمة بالإضافة لاعتبارها مصدر لفيتامينات B كذلك فإن خلطها باللبن يرفع من قيمة بروتيناتها الغذائية حيث يحتوي بروتين اللبن على الأحماض الأمينية الضرورية مثل الليسين والتريتوفان والسيستئين والميثيونين ويمكن استعمال زيت كبد الحوت عند الحاجة كمصدر لفيتامين D بالاضافة إلى اللبن والبيض أو المساعدة فى تخليقه بواسطة التعرض للأشعة فوق البنفسيجية .

وتتوقـف احتياجـات الطفـال مـن البروتينـات علـى عمـر الطفـل والمناخ ،ووجـد أنـه كلمـا صـغر عمـر الطفـل كلمـا لزمـه أكـبر كمية مـن البروتينات .

ففي الثلاث سنوات الأولى من عمـره يـستهلك طاقـة قـدرها ١٠٠٠ سعر ويلزمه ٤جم فأكثر بروتين لكل كيلوجرام من وزنه ، والأطفال من سن ٤-٧ سنوات يلزم لهم ٢-٣,٥جم/كجم من وزنهم وبتقدم عمرهم يلـزم لهـم كمية أقل من البروتين ٢,٥جم/كجم في سن ١١-١٤ سنة على أننـا يجـب أن نلاحظ ألا تقـل نـسبة البروتينـات الحيويـة في غـذاء الطفـل مـن ٥٠% وقـد وجدت بولتيفا Poltiva أن البروتينات الحيوانية لا تتساوى في مـدى ملاءمتـها لجسم الطفل فوجدت أن اسـتبدال بـروتين اللـبن بـبروتين اللحـوم في غـذاء الأطفال في سن القبول بالمدارس أدى لانخفـاض في معـدل هـضم بروتينـات الطعام وهذا يرتبط بانخفاض النسبة الملائمة للهضم في مكونات اللحـم عنـها في اللبن ولوحظ أن إضافة بروتينات نباتية في وجبات الأطفـال مـن سـن ٨-١٢ خفضت معدل هضم البروتينات بـ١٧,١% وقـد لـوحظ أيـضا في تجربـة أخرى على أطفال في نفس السن ولكن احتوى غذاؤهم على كمية عالية مـن بروتين اللبن بإزدياد في عملية الهضم وصلت لــ٩٠% ويطلـق علـى الوجبـة الغذائية أنها متزنة إذا احتوت على كل من البروتين والدهن والكربوهيـدرات ١:١:٤.

٣- اللبن في تغذية الأولاد :-

تعتبر سن ما قبل المدرسة من أهم الأوقات من حيـث العنايـة بتغذيـة الأولاد حيث يتغير نظام تغذية الطفل من الحالة الطرية الهشة إلى الحالة الأكثر تقدما من حيث الطعم والقوام فيتمشى نظام التغذية مـع بـاقي أفـراد العائلـة والأفراد المحيطين به وفي هذه الأثناء تتكـون العـادات الغذائيـة لـدى الطفـل النامي مما يؤثر عليه مستقبلا .

ويلزم امداد الجسم بغذاء مناسب ويتمثل في تناول كميات مناسبة من البروتين والكالسيوم والفوسفور وفيتامين أ حيث يستمر تكوين العظام والأسنان كذلك يلزم الجسم تعاطي كميات من المعادن والفيتامينات والبروتين لنمو الأغشية الغضة والتي تكون سريعة التكوين في هذه الفترة وكذلك لتكوين الدم اللازم للجسم .

ويتركز غذاء الطفل النامي حول اللبن ويكفيه ثلاثة أكواب من اللبن بجانب الأغذية الأخرى مثل اللحم والبيض والفواكه والحبوب والزبد وفي هذه الفترة من فترات النمو كباقي الفترات يلزم التعرض لضوء الشمس لتكوين فيتامين (D) الذي يساعد في تكوين العظام والأسنان وتزيد القابلية لتناول الغذاء في سن السادسة ويلزم في هذا السن تناول لتر كامل من اللبن بجانب الأغذية السابقة كي ينمو الجسم نموا صحيحا مضطرداً .

٤ - اللبن في تغذية الناشئين Oldolescent :-

لا يعادل الغذاء للشخص النامي أي شيء آخر وتزيد احتياجاته للغذاء نتيجة نموه المطرد إبان تلك الفترة وأكثر ما يلاحظ زيادة احتياجات الجسم من الكالورى وهذا على ما يبدو ولأول وهلة نتيجة النمو السريع . كذلك يتطلب زيادة نمو العظام والأسنان تعاطي معادن مخصوصة كما يلزم تناول زيادة من البروتين في صورة لبن أو بروتينات حيوانية لمقابلة احتياجات الجسم للنمو والمحافظة على بناء الأنسجة وتجديد الدم كذلك يلزم تعاطي أنواع الفيتامينات المختلفة للمحافظة على النمو النموذجي المطرد وتنظيم عمليات النمو الطبيعية . ولا يمكن مضارعة اللبن فيما يمد به الجسم من معادن قابلة للتمثيل المباشر وينصح بإعطاء ١,٥ لتر من اللبن للولد فى هذه الفترة من النمو وذلك لمقابلة احتياجاته من الكالسيوم والفوسفور .

٥- اللبن في تغذية الحوامل والمرضعات :-

يلزم تغذية الأم تغذية كافية قبل ميعاد الحمل ولا تخفي أهمية تناول مواد الغذاء المختلفة أثناء تلك الفترة .

وتزيد احتياجات الجسم للكالسيوم والفوسفور أثناء الحمل وخاصة في الفترة الأخيرة وقد دلت الدراسات على أن ثلثي الكالسيوم والفوسفور الموجودين في الجنين عند ولادته تخزن خلال شهري الحمل الأخيرين ولذا يلزم إمداد الجسم بكميات وافرة من المعادن خلال فترة الحمل ويعتبر تناول لتراً من اللبن في فترة الحمل الأولى ، ١,٥ لتراً من اللبن في الفترة الأخيرة كافياً لإمداد الجسم والجنين باحتياجاتها من المعادن .

وتزيد احتياجات الجسم للبروتين خلال النصف الثاني من فترة الحمل حيث يلزم لنمو الجنين والأنسجة المحيطة والمحافظة على التوازن الطبيعي ومقاومة الأمراض وتكوين اللبن عقب الولادة مباشرة وينصح بتدارك نصف احتياجات الجسم من البروتين من مادة تغذية حية تحتوي على جميع أن الأحماض من الأمينية الأساسية مثل اللبن . وهناك من القرائن ما يدل على أن تغذية الأم خلال فترة الحمل لها تأثير كبير على صحة الطفل خلال الستة أشهر الأولى بعد الولادة وكذلك على قدرة الأم على إرضاع طفلها .

٦- **اللبن في تغذية البالغين الأصحاء** :

يعتقد الكثيرون أن اللبن غذاء الأطفال والمسنين والحوامل والمراضع ولا يهم في غذاء الشباب وهذا اعتقاد خاطئ تماماً فقد دلت نتائج الأبحاث العديدة في تغذية البالغين أن مكونات اللبن وعلى الأخص الكالسيوم وفيتامينات A , B2 مهمة جداً للحفاظ على الصحة ويعتبر اللبن أفضل مصدر لها ويرى علماء التغذية أنه من الضروري أن يتناول الشباب نصف كيلو لبن على الأقل في اليوم بالإضافة إلى المواد الغذائية الأخرى التي تكمل احتياجاتهم الغذائية من المواد الضرورية ووجد أنه يلزم الشباب مكتمل الصحة البالغ من العمر ٢٥ سنة ووزنه ٧٠كم وبقوم بعمل ميكانيكي حوالي ٣٢٠٠ سعر ، ١٠٠جم بروتين ، ١٠٠جم دهون ٤٥٠جم كربوهيدرات ، ٨٠٠مجم كالسيوم ، ١٦٠٠مجم فوسفور ، ١٥مجم حديد وإذا ما اعتبرت هذه الأرقام ١٠٠% من الاحتياجات اليومية فإن ½ لتر من اللبن أو ١٠٠جم

من المنتجات اللبنية يمكن أن تساهم في الاحتياجات الغذائية اليومية بدرجة جيدة .

واللبن ومنتجاته يمكنها أكثر من غيرها تغطية الاحتياجات اليومية للشباب والأصحاء من المواد الغذائية المختلفة على أن تناول اللبن مع الأغذية الأخرى يرفع قيمة الأخيرة ويكمل النقص فيها من الأحماض الأمينية والأحماض الدهنية والأملاح المعدنية والفيتامينات كما أن البروتين اللبني سهل الهضم ولا تتسبب مخلفات هضمه أية أضرار للكلية والكبد .

أما الأشخاص الذين لا يقبلون على شرب اللبن أو الذين يصابون بحساسية منه فيمكنهم الاستعاضة عنه بأي ناتج من نواتج اللبن المتعددة كالزبادي والألبان المركزة والقشدة والزبدة .

٧- **اللبن في تغذية المسنين** :-

يتقدم عمر الإنسان ويطرأ على العمليات الحيوية في جسمه تغيرات متعددة منها انخفاض في معدل تخليق الفيتامينات والأنزيمات والهرمونات والأحماض الأمينية الضرورية والأحماض الدهنية كذلك تنخفض المقدرة على هضم الأحماض النووية وامتصاص أملاح الكالسيوم والفوسفات وتقل إفرازات القناة الهضمية من العصارات الهاضمة بالإضافة إلى انخفاض في مقدرة الكلية والكبد على القيام بوظائفهما بصورة كاملة كذلك يحدث تصلب في الشرايين وصمامات القلب مما يؤثر على مرونتهما في الانقباض والانبساط ولكي يحفظ المسنين قدرتهم على العمل والنشاط فأول ما يجب توجيه النظر إليه هو تغذيتهم فالمواد الغذائية يجب أن تكون في صورة سهلة الهضم وإذا ما ذكرت سهولة الهضم فإن النظر أول ما يوجه إلى اللبن ومنتجاته وعلاوة على مقدرة المسنين على هضم اللبن بسهولة فإنه يمدهم بالمواد الغذائية الضرورية لهم ويعتبر الزبد والقشدة مصادر دهن جيدة للمسنين وعند حساب كميته يجب إدخال ٢٠-٣٠ جم من الدهون النباتية في الكمية اليومية .

ويعتبر أفضل منتجات الألبان المتخمرة الأسيدوفيلاس الذي يتميز بأنه يشجع زيادة إفرازات القناة الهضمية وإذا ما لوحظ زيادة في وزن الجسم يجب أن يحصر الاختيار في المنتجات اللبنية الغير دهنية كذلك عند ملاحظة ارتفاع نسبة الكوليسترول في الدم .

وعادة ما يشكو المسنون من انخفاض في امتصاص أملاح الكالسيوم والفوسفور وزيادة في إخراجهما ويؤدي ذلك إلى نقص أملاح الكالسيوم في الدم وكثيراً ما يحدث ترسيب للأملاح في المفاصل وعلى جدار الأوعية الدموية بالإضافة لسرعة كسر العظام لأقل صدمة .

وللتغلب على هذه المشكلة وجد أن التغذية على الجبن الطري واللبن يمكنها حل هذه المشكلة حيث ترتفع بها نسبة الأملاح المعدنية السهلة الهضم والامتصاص في جسم المسنين وكذلك توجد هذه الأملاح مرتبطة مع بروتينات اللبن وخاصة الكازين .

ووجد أن بروتين اللبن يمتص بمقدار ٣-٤ مرات أسهل من بروتينات الخبز وأن اللبن لا يحتاج لشهية لاستهلاكه والتي عادة تكون منخفضة غير كبار السن وينصح بأن تحتوي قائمة طعام المسنين اليومية على الكميات التالية من اللبن ومنتجاته ٤٠٠مل مشروبات لبنية (لبن - زبادي) ٥٠جم جبن قريش ١٠٠جم جبن جاف ، ٢٠جم قشدة ، ٣٠ جم زبدة .

٨- اللبن في تغذية المرضى :-

حدد العالم الروسي الشهير بافلوف Pavlov القيمة الصحية والدوائية للبن في ثلاث نقاط أساسية :-

أولاً : أنه مادة غذائية مثالية تتطلب في هضمها الحد الأدنى في كمية العصارات الهاضمة .

ثانياً : لا يحتاج شرب اللبن لشهية معينة والتي بدونها يصعب على الجسم هضم الأغذية الأخرى .

ثالثاً : اللبن يتطلب أقل مجهود لهضمه :

وبتقدم الأبحاث وبمعرفة ما يحتويه اللبن من فيتامينات وهرمونات وأجسام مانعة والمضادات الحيوية والأحماض الأمينية الضرورية والأحماض الدهنية والأملاح المعدنية ودور كل منهما وأهميته في التغذية ظهر بجلاء ما للبن من قيمة علاجية .

ميكروبيولوجي اللبن

اللبن المحلوب من الحيوانات السليمة يحتوي على بعض البكتريا أيضاً - وغالبية التغيرات التي تحدث في طعم ومظهر اللبن بعد الحلب تكون نتيجة لنشاط الميكربوبات وهذه الميكروبات يوجد منها نوعين نوع Favourable وهي التي تحدث تغير في الرائحة والمظهر والطعم ونوع مرضى وهو الذي يسبب أمراض .

أهم الميكروبات الموجودة في اللبن :

البكتريا :-

هي كائنات ميكروسكوبية أي لا ترى إلا بالميكروسكوب - وحيدة الخلية - توجد في أشكال أما كروية أو عصوية أو حلزونية وحجمها من ١-٥ ميكرون وتسبب البكتريا مشاكل في صناعة الألبان نظراً لمقاومتها للبسترة - وبزيادة عدد البكتريا في اللبن تقل جودته .

والآتي هو المقاييس البكتريولوجية لتدريج اللبن الخام :

العدد ميكروب /مل	الدرجة
لا يتعدى ٢,٠٠,٠٠٠	جيد جداً
بين ٢٠٠,٠٠٠ إلى ١,٠٠٠,٠٠٠	جيد
بين ١٠٠٠,٠٠٠ إلى ٥٠٠٠,٠٠٠	مقبول
أكثر من ٥٠٠٠٠٠٠	ردئ

اللبن المبستر يجب أن لا يحتوي على أكثر من ٣٠,٠٠٠ ميكروب / مل.

الفطريات Moulds :

الفطريات عديدة الخلايا في مرحلة النضج تكون في شكل Myceluin وغالبية جراثيم الفطر تموت بالبسترة .

الخمائر Yeast :

الخمائر وحيدة الخلية أكبر من البكتريا وتموت أثناء البسترة .

الفيروسات Viruses :

لا ترى إلا بالميكروسكوب الإلكتروني ممكن أن تموت بالبسترة أو المعاملات الحرارية الأعلى .

نمو الميكروبات فى اللبن :

تتكاثر الميكروبات أثناء إنتاج اللبن وتداوله وتتأثر في ذلك بظروف التخزين – ويحدث تغير في الخواص الكيميائية الطبيعية للبن نتيجة لنمو الميكروبات أو للمواد التي تفرزها نتيجة لذلك .

مراحل النمو :

١- الطور الابتدائي الثابت Initial Stationary

٢- الطور المتأخر Lag phase (phase of adjustment)

٣- الطور اللوغاريتمي Accelerated growth phase (log phase)

٤- الطور الأكثر ثباتاً Maximum stationary phase

٥- طور الموت السريع phase of accelerated death

العوامل التي تؤثر في النمو :

التغذية : اللبن ومنتجاته مصدر جيد لغذاء الميكروبات .

الهواء : والأكسجين مهم للبكتريا الهوائية والفطريات .

الرطوبة : يحتوي اللبن على رطوبة ملائمة لنمو الميكروبات .

الحموضة أو الـ PH : تفضل الميكروبات PH يتراوح من ٥,٦ إلى ٧,٥.

المواد الحافظة : نمو الميكروبات يتأثر بتركيز المواد الحافظة حيث تتناسب عكسياً مع التركيز .

الملح والسكر : التركيز المرتفع من الملح والسكر يؤثر على الميكروبات بالسالب .

درجة الحرارة : تؤثر على نمو الميكروبات تبعاً لدرجة الحرارة المثلى لنمو كل ميكروب وتقسم الميكروبات إلى :

بكتريا محبة للحرارة المعتدلة mesophilic :

ويمكنها النمو على درجة حرارة ٢٠-٤٠ °م ولا تنمو على درجة حرارة الثلاجة ودرجة الحرارة المثلى لها من ٣٠-٤٠°م .

بكتريا محبة للحرارة المنخفضة Psychotropic :

يمكنها النمو على درجة حرارة الثلاجة من ٥-٧ °م ودرجة الحرارة المثلى لها من ٢٠-٣٠°م .

البكتريا المحبة للحرارة المرتفعة Thermophilic :

يمكنها النمو فوق درجة حرارة ٥٠°م ، ودرجة الحرارة المثلى لها من ٥٥-٦٥ °م .

واللبن يكون معقماً فى ولكن يتلوث بالبكتريا عند الحلب حتى قبل تركه الضرع والتلوث بالميكروبات يحدث أثناء الحلب والتداول والتخزين وبعض العمليات قبل التصنعية .

الاعتبارات التي تؤخذ نتيجة لوجود الميكروبات في اللبن :

١- يستخدم المحتوى الميكروبي لتقدير جودة اللبن الصحية .
٢- يحدد المحتوى الميكروبي للبن ظروف إنتاج هذا اللبن .
٣- إذا سمح للميكروبات الموجودة في اللبن بالنمو فإنها تكون سبباً لفساد المنتجات الناتجة من هذا اللبن .
٤- اللبن عرضة للتلوث بالميكروبات المرضية لذلك يجب أن تتخذ كافة الاحتياطات لمنع ذلك التلوث وكذلك معاملة اللبن بطريقة تضمن القضاء على الميكروبات المرضية .
٥- بعض الميكروبات تكون مرغوبة في مجال صناعة الألبان مثل إنتاج الجبن والألبان المتخمرة .

الميكروبات التي تسبب فساداً للبن ومنتجاته :

تسبب الميكروبات عندما توجد بكمية كبيرة في اللبن فساد المنتجات الناتجة بعد هذا اللبن حيث تسبب ظهور عيوب اللون والطعم والرائحة لدرجة تكون غير صالحة للاستهلاك والفساد الميكروبي للأغذية

يشمل تحطم البروتين والكربوهيدرات والدهن بواسطة الميكروبات أو إنزيماتها وأكثر الميكروبات التي تسبب فساد الألبان هي الميكروبات المحبة لدرجة الحرارة المنخفضة وبالرغم أن غالبية الميكروبات المحبة للحرارة المنخفضة وتموت بدرجة حرارة البسترة إلا أن بعضها مثل Pseudomonas Fluorescens , Pseudomonas fragi يمكنها إفراز إنزيمات خارجية لتحليل البروتين والدهن والتي تكون ثابتة حرارياً ولها القدرة على إحداث الفساد .

بعض الأجناس مثل سلالات الـ Clostridium , Bacillus , الـ Micrococcus ,Microbacterium الـ Streptococcus , Arthrobacter

ممكن أن تقاوم البسترة وتنمو على درجة حرارة الثلاجة وتسبب فساد اللبن ومنتجاته أثناء التخزين في الثلاجة .

مجموعة القولون Coliforms :

هي بكتريا لا هوائية إجبارياً ولها درجة حرارة مثلى ٣٧°م - هي بكتريا تستخدم كدليل - لوجود الأنواع المرضة لأنها ترتبط بوجود الأنواع المرضة بالرغم من أنها ليس من الضروري أن تكون في حد ذاتها ممرضة وهي ممكن أن تسبب فساد سريع للبن لأنها لها القدرة على تخمير اللاكتوز وتنتج حامض وغاز ولها القدرة أيضاً على تحطيم بروتين اللبن وهي تموت بدرجة حرارة البسترة high temp short time ولذلك فوجودها بعد هذه المعاملة دليل على إعادة التلوث .

والـ Escherichia coli هي مثال لميكروب ينتمي لهذه المجموعة .

الميكروبات المرضية في اللبن :-

ظروف الإنتاج الصحية والعناية في تداول الألبان وظروف التخزين والبسترة المضبوطة ممكن أن تخفض من خطورة الأمراض الناتجة من الألبان مثل السل ، البروسيلا وحمى التيفود ويوجد العديد من الأمراض التي تنتقل عن طريق استهلاك الألبان الخام ، أو المنتجات اللبنية المصنعة من ألبان خام غير معاملة بالحرارة .

ومن هذه الميكروبات :

Bacillus Cereus
Listeria monocytogenes
Yersinia enterocolitica
Salmonella spp.
Escherichia Coli O157117
Campylo bacter Jejuni

وكذلك يوجد بعض الفطريات من الأجناس :

Aspergillus
Penicillum
Fusarium

التي يمكن أن تنمو في اللبن إذا سمحت الظروف بذلك وتنتج توكسينات والتي ممكن أن تكون مضرة بالصحة .

بكتريا حمض اللاكتيك :

هذه المجموعة من البكتريا لها القدرة لتخمير اللاكتوز إلى حمض اللاكتيك وهي توجد طبيعياً في اللبن - وأيضاً تستخدم كبادئ ومنها:-

Lactococcus delbrueckii subsp lactis (streptococcus lactis)
Leuconostoc

شرح تفصيلى لأقسام البكتريا الموجودة فى اللبن :-

تتبع البكتريا الموجودة في اللبن الأقسام الحرارية الآتية :

البكتريا المقاومة للحرارة Thermoduric bacteria :

هي البكتريا التي يمكنها أن تعيش فوق درجة الحرارة القصوى لنموها وهذا يعني أنها يمكنها البقاء فقط ولايمكنها النمو . وفي مجال الألبان تعرف على أنها البكتريا التي يمكنها البقاء على درجة حرارة البسترة وعادة تشمل الأجناس :-

Lactobacillus streptococcus , Micrococcus Bacillus وبصفة عارضة العصويات السالبة للجراثيم . وسبب التلوث بهذه البكتريا هي قلة نظافة الأواني والأجهزة في المزرعة ومصانع الألبان وإلى هذه البكتريا يرجع زيادة عدد البكتريا في اللبن المبستر وكانت تتخذ هذه البكتريا قديماً كدليل على مدى نظافة الأواني والمعدات وكمصدر للمحتوى البكتيري العالي في المنتجات النهائية .

وإن وجود هذا النوع من البكتريا بأعداد كبيرة في اللبن الخام يدل على الإهمال في إنتاج اللبن كما أنه يسبب صعوبة أبادتها بالبسترة والبكتريا المقاومة للحرارة لا تنمو على درجة حرارة البسترة ولكنها تبقى حية خلال عملية البسترة وعندما تنخفض درجة الحرارة مرة أخرى إلى النطاق الملائم لنموها فإنها تكون قادرة على استئناف النمو في حين أن البكتريا المحبة للحرارة تنمو على درجة حرارة البسترة .

وتشمل البكتريا المقاومة للحرارة عدد قليل من الأنواع تنتمي إلى المجاميع التالية :-

١- جموعة Micrococci

٢- جموعة Streptococci

٣- جموعة Microbacterium

٤- البكتريا المتجرثمة الهوائية .

٥- بعض أنواع البكتريا العصوية السالبة لجرام .

٦- بعض أنواع من lactobacilli

٧- بعض السلالات التابعة لعائلة Corynebacteraceae

1-Micrococci :

وقد قسم هذا الجنس إلى ثلاثة مجاميع رئيسية :-

A- Staphylococci group:-

وهي حساسة نسبياً للحرارة وتقتل بالبسترة .

B-Intermediate group:-

وهذه المجموعة تشمل سلالات مقاومة للحرارة بدرجة متوسطة

C-Dairymicrococci

أفراد هذه المجموعة توجد في أواني اللبن غير المعتنى بنظافتها وبعض أفراد هذه المجموعة توجد في قنوات اللبن حتى في اللبن الناتج من الحليب تحت ظروف معقمة .

وأهم الأنواع التابعة لهذه المجموعة :-

M.luteus Micrococcus Varians

وقد وجد أن عديد من هذه المجموعة يقاوم البسترة بالطريقة السريعة

2- Streptococci

وأشهر الأنواع التابعة لهذه المجموعة المقاومة للحرارة

Str. Thermophilus Str. Faecalis Str. Durans
Str.bovis
Str. Liquefaciens

3- Microbacterium

الميكروبات التابعة لهذا الجنس والمقاومة للحرارة من أكثر الميكروبات غير المتجزئة مقاومة للحرارة وهي توجد باستمرار في اللبن الخام وهذا يدل على الإهمال في إنتاج اللبن بالمزرعة وأهم ميكروب يتبع هذه المجموعة M. Lacticum وهو يوجد بصفة دائمة في اللبن المبستر وبعض السلالات التابعة لهذا الجنس تقاوم درجة الحرارة ٨٠-٨٥°م لمدة ١٠ دقائق .

٤- البكتريا المتجزئة الهوائية :

وتصل هذه البكتريا إلى اللبن من مصادر عديدة وهي :

الدريس ، براز الحيوان / الرماد وهي تتحمل درجة حرارة البسترة ومنها ما يتحمل درجة حرارة التعقيم ومعاملة U.H.T وتعتبر هذه البكتريا أهم بكتريا المسببة ضررًا للبن ومنتجاته مثل منتجات اللبن المتخمرة / الكريمه / الزبده / الجبن فهى التى تسبب عيب التجبن الحلو و تحدث تغيير كبير في الطعم والأنواع التابعة لهذه المجموعة هي :-

Bacillus cereus Bac. Subtilis
Bacillus circulans Bac. Pumulis

٥- بعض أنواع من البكتريا العصوية السالبة لصبغة جرام :

وتشمل أنواع عصوية سالبة لجرام أو تعطي قلوية في لبن عباد الشمس.

٦- بعض أنواع من الـ Lactobacilli :

مثل L.casei

٧- بعض السلالات التابعة لعائلة الـ Corynebacteraceae :

وهي توجد باللبن الخام وخاصة اللبن الناتج من الماشية التى في حالة صحية غير جيدة وهي تقاوم درجة حرارة البسترة .

ويجب العمل على جعل عدد البكتريا المقاومة للحرارة باللبن الخام أقل ما يمكن حيث إن وجودها بأعداد كبيرة في اللبن الخام يقل من درجة جودته . وتعتبر الآلات والأدوات هي المصدر الرئيسي لهذه البكتريا المقاومة للحرارة والأقساط التي يصل فيها اللبن إلى المصنع أكبر الأثر في زيادة أعداد البكتريا خاصة التابعة لجنس Microbacterium وتبريد اللبن بصفة عامة له تأثير ضعيف على عدد البكتريا المقاومة للحرارة وغالباً ما توجد هذه البكتريا في اللبن الخام الناتج من المزارع التي يكون تبريد اللبن فيها غير كافٍ وقد وجد أن البكتريا المقاومة للحرارة توجد بأعداد مرتفعة في الصيف عنه في الشتاء ويرجع ذلك إلى أثر التغذية الجافة صيفاً كذلك في الجو الحار تكون أعداد البكتريا التي على الأوعية الغير نظيفة قادرة على النمو بأعداد كبيرة عما هو في حالة الجو البارد .

البكتريا المحبة للحرارة Thermophilic bacteria :

يقصد بها البكتريا التي تنمو في اللبن المحفوظ على درجات الحرارة العالية ٥٥°م أو أعلى وتشمل البسترة ٦٢,٨°م . وهى تشمل جنس Bacillus والتي تصل إلى اللبن من مصادر مختلفة في المزرعة أو من الأجهزة الغير نظيفة في المصنع وعندما يحفظ اللبن على درجة الحرارة المرتفعة لفترة كبيرة فإن هذه البكتريا تزيد بسرعة ويمكن أن تسبب عيوب الطعم أو تسبب مشاكل زيادة عدد البكتريا في طريقة العد بالأطباق عند التحضين على ٥٥°م المستخدمة للمقاييس البكتربولوجية وهي تكون عصوية الشكل تصبغ بشدة .

وتعرف البكتريا المحبة للحرارة بأنها البكتريا التي تكون درجة حرارة النمو المثلى لها 55°م أو أعلى وهذا التعريف يميز هذه البكتريا عن البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة والمتجرثمة والتي تستطيع أن تنمو بسرعة على

درجة حرارة مرتفعة ٥ °م ولكن ارتفاع درجة الحرارة يؤخر من نموها بدرجة ملحوظة وتوجد أنواع مختلفة من البكتريا المحبة للحرارة منها :

١- البكتريا المحبة للحرارة اختيارياً :

تشمل البكتريا التي تنمو عند ٣٧°م وكذلك عند ٥٥°م .

٢- البكتريا المحبة للحرارة حتمياً أو إجبارياً :

وتشمل البكتريا التي تنمو عند ٥٥°م ولا تستطيع أن تنمو عند ٣٧°م ويطلق عليها أيضاً Stearothermophilic bateria ودرجة الحرارة القصوى لنمو هذه البكتريا هي ٧٠°م والبكتريا المحبة للحرارة والتي توجد في اللبن الخام تتكون أساساً من بعض أنواع من بكتريا عصوية متجرثمة هوائية ولا هوائية اختيارية والميكروب الوحيد غير المتجرثم الذي يوجد في هذه المجموعة هو Lactobacillus thermophilus ووجود هذه البكتريا في اللبن الخام يرجع إلى حدوث تلوث بالمصنع من الأواني والآلات المستعملة في نقل وتداول الألبان والتي يلامسها اللبن لوقت طويل نسبياً وخاصة إذا حدث إهمال في حجز اللبن . والبكتريا المحبة للحرارة تنمو اثناء المعاملات الحرارية للبن وبالرغم من أن هذه البكتريا غير مرضية إلا ان وجودها باللبن غير مرغوب فيها نظراً لأن نموها يسبب أطعمة غير مرغوبة وحموضة مرتفعة وتزيد قابلية اللبن للتجبن بالحرارة وتصل هذه الميكروبات إلى اللبن الخام عن طريق التربة والأعلاف وأمعاء الحيوان وعادة فإن اللبن الخام يحتوي بعض هذه الميكروبات ولكن إذا كانت ظروف الحرارة مناسبة فحفظ عليها اللبن لفترة طويلة ازدادت زيادة هائلة وقد ثبت قطعاً أن البكتريا المحبة للحرارة لا توجد متوطئة في ضرع الحيوان الحلوب السليم وتحت الظروف العادية يحتوي اللبن الخام على القليل منها ، إما إذا ترك اللبن على درجات حرارة مرتفعة أي دون تبريده بمجرد الإنتاج تكاثرت بسرعة وزادت محتويات اللبن منها زيادة واضحة وقد تكون المياه مصدر البكتريا المحبة للحرارة العالية إذ

تتكاثر بسرعة في المياه الساخنة المخزنة بغرض استعمالها في عمليات التصنيع المختلفة.

كما وجد أن إضافة اللبن المعاد إلى المصنع إلى اللبن الخام يسبب زيادة محتويات اللبن من الميكروبات المحبة للحرارة العالية .

كذلك قد تعمل رغوة اللبن المتروكه في الأحواض على وصول أعداد كبيرة من هذه الكائنات عند إضافة اللبن الخام لمثل هذه الأحواض . فمن المعروف أن حرارة الرغوة تكون دائماً أقل من حرارة اللبن فتستطيع البكتريا المحبة للحرارة العالية اختيارياً علاوة على البكتريا المحبة للحرارة المتوسطة أن تنمو وتتكاثر ثم تعمل على تلوث اللبن عند ملامسته للرغوة .

وعملية البسترة بالطريقة السريعة تقضي على البكتريا المحبة للحرارة بشكل ملحوظ .

البكتريا المحبة للبرودة psychotropic bacteria :

هي الكائنات الدقيقة التي تلعب دوراً هاماً في العمليات الحيوية التي تتم على درجة الحرارة المنخفضة أي هي البكتريا التي تستطيع النمو بسرعة على درجة ٧°م أو أقل .

ومن ضمن الأجناس التي تعد على أنها بكتريا محبة للبرودة (psychotropic) هي :-

Flavobacterium Pseudomonas , Acinetobacter , Alcaligenes

وكذلك الـ Bacillus دائماً تعد مع البكتريا المحبة للبرودة وهذه البكتريا عموماً غير مرضية – ولكن في منتجات الألبان فإنها تسبب أنواع مختلفة من الطعوم الغير مرغوبة وتشمل الطعم المعدني ورائحة الفاكهة والطعم المر والطعم الكريهه والطعم المتزنخ والبكتريا المحبة للبرودة نادراً ما توجد في الضرع .

وعدد البكتريا المحبة للبرودة يعتمد أساساً على الظروف الصحية السائدة قبل التصنيع وعلى درجة حرارة ووقت التخزين وتأثير البكتريا

المحبة للبرودة في فترة حفظ اللبن المبستر تعتمد على العدد الموجود منها بعد التعبئة ومعدل النمو ووقت التخزين والنشاط الكيموحيوي للبكتريا . ومفتاح التغلب أو تفادي المشاكل الناجمة عن زيادة عدد هذه البكتريا هو مراعاة الظروف الصحية في الإنتاج والتصنيع .

اللبن المبستر

كان قديماً يستخدم اللبن الخام للشرب بدون أي معاملة حرارية ولكن تطور الأمر للظروف الصحية بغلي اللبن وذلك للقضاء على الميكروبات المرضية ومعظم الميكروبات الغير مرضية التي يحتويها اللبن الذي يعتبر بيئة مناسبة لنموها وذلك لاحتوائه على المكونات الغذائية اللازمة لنموها من بروتين - كربوهيدرات - دهن علاوه على أن PH اللبن قريب من التعادل وهذا يناسب نشاط كثير من أنواع البكتريا .

ولكن وجد حديثاً أن طريقة الغلي تؤدي إلى تغير في الصفات الطبيعية والكيماوية حيث أنها تقضي على معظم الفيتامينات وتؤدي إلى تغيير لون اللبن وذلك لحرق سكر اللاكتوز وإعطاء طعم غير مقبول . والحسية للبن مما يؤدى إلى خفض قيمة الغذائية ويحدث تغير فى مذاقه وربما مظهره .

وتطورت صناعة اللبن حيث ظهر لنا الآن نوعان من الألبان المتداولة في السوق وهو اللبن المبستر واللبن المعقم خصوصاً اللبن المسخن على درجات حرارة الفوق عالية وهو لبن U.H.T .

ولكن لبن U.H.T يكون لونه بيج فاتح نتيجة لكرملة السكر ويترتب عليه اكتساب الطعم المطبوخ وفقد كثير من الفيتامينات كما قد يحدث دنترة البروتين .

أما إذا قورن هذا اللبن باللبن المبستر نجد أن اللبن المبستر لونه وطعمه ورائحته مشابهة للبن الخام وكذلك قيمته الغذائية ومعدل الفقد في الفيتامينات بالبسترة لا يقارن بالتعقيم إلا أن مدة حفظ اللبن المبستر ٢-٣ يوم في

الثلاجة . والمستهلك اليوم ينظر إلى استهلاكه للبن بحيث يكون مشابه لطعم اللبن الخام مع عدم فقد إحدى مكوناته الغذائية لذلك نرى أن طريقة البسترة هي أهم الطرق الصناعية لصناعة لبن الشرب حتى يومنا هذا .

البسترة :-

عبارة عن تسخين اللبن إلى درجة حرارة ومدة كافية للقضاء على ميكروب السل الذي يعتبر أكثر الميكروبات المرضية الموجودة في اللبن مقاومة للحرارة وإذا قتل هذا الميكروب قتلت جميع الميكروبات المرضية الأخرى الموجودة في اللبن على ألا تؤدي هذه المعاملة إلى الاضرار بصفات اللبن الحسية والطبيعية والكيماوية وكذلك قيمته الغذائية على أن يعقب التسخين تبريد اللبن مباشرة إلى درجات حرارة لا تزيد عن ٥٠ف (١٠°م) .

نبذة تاريخية عن البسترة :-

يرجع تاريخ البسترة إلى العالم الفرنسي لويس باستير Louis Pasteur (١٨٦٥-١٨٦٦) إذ كان أول الذين شرحوا فائدة استخدام المعاملة الحرارية لبعض الأغذية بالرغم من أن كثيراً من الباحثين قد سبقوا باستير في حفظ الأغذية بالحرارة فقد تمكن LazzarospaLionza (١٧٦٨) من حفظ مستخلص اللحم في دوارق مقفلة بتسخينه على درجة الغليان لمدة ساعة كما استخدم الكيميائي السويدي Scheele الحرارة كطريقة لحفظ الأغذية كما اكتشف Nicholas Appert صناعة حفظ الأغذية في العلب الصفيح وكان الاعتقاد السائد خلال النصف الأول من القرن التاسع عشر أن تلف الأغذية سببه الخلايا الحية الناشئة عن التوالد الذاتي إلى أن جاء باستير وأثبت خطأ هذا الاعتقاد وتمكن من منع التخمرات الغير مرغوبة في النبيذ بواسطة تسخينه لدرجة ١٢٢-١٤٠ق لبضعة دقائق .

وقد اهتم باستير اهتماماً بالغاً خلال المراحل الأولى من حياته العلمية بنمو البكتريا في اللبن وأثبت أن اللبن يصبح حامضاً نتيجة تكاثر البكتريا والتي اعتقد أنها تأتي إلى اللبن من الجو كما وجد أن تسخين اللبن يؤدي إلى قتل الكثير من البكتريا التي قد توجد باللبن ويقلل من زيادة حموضته .

وكان أول استعمال تجاري للبسترة في ألمانيا سنة ١٨٨٠ وكان بواسطة Ashborn وفي سنة ١٨٨٥ ظهر اللبن المبستر في هولندا ومن ذلك الوقت اهتم العلماء في كثير من البلاد - بدراسة أفضل درجات الحرارة والمدد اللازمة لقتل الميكروبات المرضية في اللبن دون أن يؤثر ذلك على صفات اللبن الطبيعية والكيماوية وقيمته الغذائية .

وقد بدأت صناعة بسترة اللبن في الولايات المتحدة سنة ١٩٠٦ ونصت التشريعات وقتئذ أن تدون درجة الحرارة ووقت البسترة على الزجاجة وفي سنة ١٩١٠ بدأت التشريعات تحدد وقت ودرجة الحرارة المستخدمة في بسترة اللبن لضمان المحافظة على الصحة العامة عند استهلاك اللبن المبستر .

جدول (٣٤) درجات الحرارة والمدد التي يقتل عليها ميكروب السل

درجات الحرارة		المدد التي يقتل فيها ميكروب السل	
ف	م	ثانية	دقيقة
١٣٨	٥٨,٩	-	٣٠
١٤٠	٦١,٠	-	٢٠
١٤٠	٦٢,٨	-	١٠
١٥٠	٦٥,٦	-	٥
١٦٠	٧١,٠	١٢	-

أهداف البسترة :-

أ- هدف صحي :

بالبسترة يمكن القضاء على جميع الميكروبات المرضية مع أقل تأثير ممكن على خواص اللبن .

ب- هدف تجاري :

حفظ اللبن ومنتجاته لمدة طويلة نسبياً محتفظاً بالخواص الطبيعية والكيماوية خصوصاً قيمته الغذائية .

طرق البسترة :

تنقسم طرق البسترة حسب درجة الحرارة والوقت المستخدم في البسترة إلى :-

أولاً : الطريقة البطيئة : Holding method

وفي هذه الطريقة يسخن اللبن إلى درجة حرارة لا تقل عن "٦٢,٠°م " ولا تزيد عن ١٥٠°ف - ٦٥,٠°م " ويحجز اللبن على هذه الدرجة مدة لا تقل عن ٣٠ دقيقة ثم يبرد بعد ذلك تبريد سريع إلى درجة لا تزيد عن ١٠°م ونجد أن هذه الطريقة لا تناسب المصانع الكبيرة وذلك يرجع لعيوبها :-

١- تستغرق البسترة بهذه الطريقة وقتاً طويل نسبياً .
٢- تحتاج أجهزة هذه الطريقة إلى حيز كبير .
٣- تحتاج عملية غسيل وتعقيم الجهاز إلى وقت طويل ومجهود كبير.
٤- توجد فرصة لنمو البكتريا المحبة للحرارة إذا تركت الضوابط أو أحواض الحجز مدد طويلة بدون تنظيف .
٥- هذه الطريقة غير اقتصادية إذا زادت كمية اللبن المراد بسترتها عن ٣ طن .
٦- هذه الطريقة غير مرنة إذ ليس من السهل زيادة سعة أجهزتها .

ونظراً لهذه العيوب فإن مصانع الألبان المنشأة حديثاً تستخدم طريقة البسترة السريعة على درجة حرارة مرتفعة ولوقت كبير .

وقد استمر العلماء في البحث والتجارب للقضاء على المحتوى المكروبي حتى يستطيعوا إنتاج لبن يعيش أطول فترة ممكنة .

فقد وجد أ ن تسخين اللبن لدرجة حرارة البسترة ٧١,٥°م لمدة ٤٠ ثانية يحدث بهذا اللبن المبستر تجبن حمضى بعد تخزينه على درجة ١٢-١٥°م لمدة ٢-٣ يوم في حين أنه إذا سخن اللبن إلى ٧٤-٨٧,٥°م يحدث تحلل بروتيني من التخزين لمدة ٣٠-٦٠ ساعة وهذا التحلل البروتيني ناشئ من الجراثيم الهوائية المقاومة للحرارة (أنواع Bacillus) ورغم انخفاض العدد الكلي للبكتريا الموجودة باللبن إلا أنه تنشط البكتريا المقاومة للحرارة وتفرز الإنزيمات التي تحلل البروتين وتسبب فساد اللبن .

كما وجد أنه بتسخين اللبن لأكثر من ٧٤°م نجد أن الطعم الطازج في اللبن الخام يبدأ في التغيير ويحدث أيضاً دنترة (B-Lactoglobulin) وينشأ الطعم المطبوخ .

ونتيجة لدنترة البروتين تقل القيمة البيولوجية للبروتين ويتبع ذلك فقد في الفيتامينات .

كما نجد أن سالم/١٩٧٤ قد عرض اللبن الخام للصدمة الحرارية " تسخين وتبريد مفاجئ "على ٦٧°م لمدة ٦ ثواني ثم خزن اللبن على ١٧°م وجد أن مدة التخزين كانت ٢ يوم عند استخدام اللبن الخام المنتج بطريقة رديئة فى البسترة وأطول من ذلك أي من ٣-٤ يوم عند استخدام اللبن المنتج بطريقة جيدة فى البسترة .

كما أن من المعروف أن سبب فساد اللبن المبستر هو ارتفاع عدد البكتريا المقاومة للحرارة حيث يكون عددها كبير ويتراوح نسبتها المئوية من ٤-٥% إذا ما قورنت النسبة إلى العدد الكل للبكتريا في اللبن وواضح أن أنواع Streptoccus الخاصة بحموضة اللبن ممكن أن تعيش عند درجة 5°م . ولذلك يستحسن أن يخزن اللبن على درجة ٤°م ويرى المختصون عن صناعة الألبان في دول السوق الأوروبية المشتركة تقسيم الألبان الخام للتصنيع إلى جزئين :-

أولاً :

اللبن الخام المعد لصناعة اللبن المبستر يكون العدد الكلي للبكتريا فيه لا يزيد عن نصف مليون بكتريا/سم٣ . ولا يزيد عدد البكتريا المقاومة للحرارة فيه عن ٥٠٠٠ بكتريا/سم٣ .

ثانياً :

اللبن الخام المعد لصناعة لبن الشرب المعقم " U.H.T " يكون العدد الكلي للبكتريا أقل من ٣ مليون بكتريا/سم٣ .

وعموماً فأهم الميكروبات التي تسبب فساد اللبن هي أنواع Streptococcus بصفة عامة حيث تسبب فساد اللبن عند درجات الحرارة المنخفضة وتمثل ٩٠% من كل البكتريا الموجودة في اللبن وهى تسبب هدم سكر اللبن وبالتالي تزيد حموضة اللبن ويأتي في المرتبة الثانية Enterococcus ولكن هذه البكتريا تموت بالبسترة وإذا وجدت في اللبن المبستر يكون نتيجة التلوث بعد الصناعة كذلك تموت هذه البكتريا عند ٧٨°م/ ٤٠ ثانية . كما يوجد باللبن الخام أنواع كثيرة من Psedomonus, Aeromenades وتقوم بتحليل مكونات اللبن مثل البروتينات - الدهن - السكريات (1971) Toller ولكن بالبسترة يمكن القضاء عليها جميعاً .

أما أنواع بكتريا Lacticum Corynbacterium مثل Liquefaciens & Flavum تحتاج لإماتتها درجة ٧٥°م/١٥ دقيقة وتكون هذه البكتريا جزء كبير من بكتريا اللبن الموجودة باللبن المبستر والتي تتحمل درجات الحرارة العالية ومدى قدرة هذه البكتريا في فساد اللبن المبستر يرجع إلى تحلل البروتين .

كما أن البكتريا المتجرثمة الهوائية واللاهوائية تتحمل درجات حرارة البسترة دون أن يحدث لها أي ضرر فنجد أن أنواع Clostridium رغم أنها لها القدرة في تحليل البروتينات إلا أنه لا يخاف منها من فساد اللبن المبستر لأن تحليلها للبروتينات قاصر على الجبن Cl. Tyrobutyricum .

كما وجد أن البكتريا المتجرثمة الهوائية خاصة أنواع Bacillus تقوم بتحليل البروتين بواسطة الأنزيمات التي تفرزها Protienase كما نجد أن B-cerus من أنواع البكتريا التي توجد بكثرة في اللبن المبستر .

كما وجد أيضاً B.megatherium B-subtilis كل هذه البكتريا تسبب ضرر باللبن المبستر كما وجد أيضاً أنواع من Bacillus لا تسبب ضرر مثل B-Coagulans & B.Lentus B.circulans

ووجد أن أنواع Bacillus الهوائية توجد في اللبن في الشتاء أكثر منها في الصيف لوجود الماشية في الاسطبلات التي يوجد بها العلائق والأغذية المختلفة مثل التبن .

ويجب أن نلاحظ أن هذه البكتريا المتجرثمة درجة الحرارة المثلى لنموها ٣٧°م لكن عند تبريد اللبن فإن تكاثرها يعتبر معدوم أو بطئ .

وأنواع البكتريا المتجرثمة بالإضافة إلى أنها تسبب فساد اللبن إلا أنها تسبب في بعض الأحيان تكون سموم في اللبن لإنتاجها Toxine and protoxine

وتقسم بكتريا اللبن من حيث تأثرها بحرارة البسترة إلى :-

أ- البكتريا المحبة للحرارة : Thermophilic

تنمو على درجة حرارة البسترة البطيئة ودرجة الحرارة المثلى لنموها ٥٥° م والقصوى٧٠°م وتسبب مشاكل في أحواض البسترة البطيئة مثل زيادة قابلية اللبن للتجبن بالحرارة وتكوين أطعمة غير مرغوبة وتجعل اللبن المبستر غير مطابق للمواصفات القياسية بالنسبة للمحتوى الميكروبي وتشمل :

Lactobacillus Thermophilus

Lb. Bulgaricus, Str. Thermophilus

ويمكن القضاء عليها بالبسترة السريعة .

ب- البكتريا المقاومة للحرارة : Thermoduric bacteria

بكتريا تقاوم البسترة ولكنها لا تنمو على حرارة البسترة وعندما تنخفض درجة الحرارة مرة أخرى إلى النطاق الملائم لنموها تنشط وتنمو وتؤثر هذه البكتريا على قوة حفظ اللبن المبستر - والبسترة السريعة لا تستطيع القضاء على البكتريا المقاومة للحرارة وبالتالي توجد في اللبن المبستر وتشمل .

Str liquifaciens, Mycrococci group

حيث يعتبر Mycrobacterium Lacticum من أشد البكتريا الغير متجرثمة مقاومة للحرارة ومن أهم أضرارها إنتاج الحموضة وتولد الغازات وتحلل بروتين اللبن .

خطوات بسترة اللبن بالطريقة السريعة :

١- يدخل اللبن الخام الوارد من خزانات الاستلام والذي يكون عادة قد تم تعديل نسبة الدهن به إلى ٣% إلى حوض الموازنة ووظيفته تنظيم

دخول اللبن إلى جهاز البسترة وذلك عن طريق وجود عوامة تتحكم في كمية اللبن التي تدخل بحيث تظل على مستوى ثابت باستمرار .

٢- يدفع اللبن من حوض الموازنة بواسطة مضخة إلى جهاز المبادل الحراري ذو الألواح حيث يتبادل الحرارة في القسم الأول من الجهاز مع اللبن الساخن الذي تم بسترته " وهو اللبن الوارد من قسم البسترة بالجهاز والذي حرارته من ١٦٠-١٦٢ " فتكون النتيجة تسخين اللبن الخام تسخيناً مبدئياً مع خفض حرارة اللبن المبستر في نفس الوقت أي يبرد تبريداً مبدئياً .

٣- بعد تسخين اللبن مبدئياً يمرر إلى جهاز الترشيح أو للتنقية وذلك للتخلص من الشوائب التي قد توجد به .

٤- بعد الترشيح أو التنقية يتجه اللبن إلى القسم الثاني من المبادل الحراري حيث يتبادل اللبن هذه المرة الحرارة مع ماء ساخن تزيد درجة حرارته بنحو ٢-٣ف عن تلك المطلوب لبسترة اللبن إليها وبالتالي ترفع حرارة اللبن إلى ١٦٠-١٦٢°ف (٧١-٧٢°م) .

٥- يمرر اللبن الساخن بعد ذلك إلى جهاز الحجز ويستغرق اللبن منذ أول دخوله فيه إلى خروجه منه مقدار ١٥ ثانية وهي الفترة اللازمة لحفظ أو حجز اللبن على درجة حرارة البسترة .

ويوجد عند فتحة خروج اللبن من جهاز الحجز صمام يعرف بالمحول يعمل أوتماتيكياً ووظيفته ضمان بسترة اللبن وحجزه على الدرجة المطلوبة وهي (٧١-٧٢°م) ففي هذه الحالة يقوم المحول أوتماتيكياً بقفل الفتحة الموصلة للبن المبستر إلى قسم التبريد .

مزايا وعيوب البسترة بطريقة : **High Temp. Short Time H.T.S.T**

(أ) **مزاياها** :

١- عملية سريعة ويمكن تعبئة اللبن في زجاجات بعد بضع دقائق من دخوله الجهاز .

٢- يشغل الجهاز حيز صغير من المساحة الأرضية .
٣- الأجهزة من السهل تنظيفها بإرسال الماء الساخن بواسطة مضخات إلى داخل الجهاز كما يمكن استخدام البخار .
٤- احتمال نمو البكتريا المحبة للحرارة أقل عما في الطريقة البطيئة .
٥- تعتبر هذه الطريقة اقتصادية إذا كانت كمية اللبن المراد بسترتها كبيرة أكثر من ٥طن يومياً .

ب- عيوبها :

١- نسبة البكتريا التي تقتل بهذه الطريقة أقل منها بالطريقة البطيئة .
٢- الحاجة إلى استبدال حلقات الكاوتشوك الموجودة بين ألواح المبادل الحراري من وقت لآخر .

الاحتياطات الواجب مراعاتها في بسترة اللبن :

١- يجب تنظيف الأجهزة والأدوات المستعملة في بسترة اللبن وتعقيمها لتجنب أي مشاكل تنشأ من زيادة عدد الميكروبات خاصة المقاومة للحرارة والمحبة للحرارة مما يقلل جودة اللبن وقوة حفظه .
٢- في الطريقة البطيئة يجب أن يقلب اللبن بواسطة مقلبات ميكانيكية أثناء فترة حجز اللبن على درجة حرارة البسترة لضمان توزيع الحرارة بانتظام وتثبيت حرارة اللبن أثناء الحجز وعدم خفض درجة حرارة سطح اللبن عن بقية اللبن في حوض الحجز .
٣- تجنب تكوين الرغاوي لذلك ينصح بوجود سخانات هوائية لتسخين الهواء أعلى سطح اللبن إلى درجة تضمن رفع درجة سطح اللبن والرغاوي إلى درجة حرارة البسترة .
٤- يجب إجراء اختبار الفوسفاتير على اللبن المبستر للتأكد من سلامة وكفاءة البسترة حيث تعطي الألبان المبسترة اختبار للفوسفاتير سالب حيث يتلف هذا الإنزيم بالبسترة .
٥- يجب اتخاذ جميع الاحتياطات لمنع تلوث اللبن المبستر .

تأثير البسترة على صفات اللبن :

أولاً : الصفات الحسية والظاهرية للبن :

(أ) **اللون** : إذا أجريت البسترة بكفاءة فليس لها تأثير على لون اللبن .

(ب) **الطعم** : إذا بستر اللبن على ١٤٥-١٥٠ف/٣٠ق ثم برد مباشرة بعد البسترة إلى درجة لا تزيد عن ٥٠ف فإن طعمه يكون نظيفاً خالياً من الطعم المطبوخ الذي يتكون بعد لحظات من تسخين اللبن على درجة ١٦٨,٨ - ١٧٢,٤°ف وقد يعزى الطعم المطبوخ إلى تكوين المركبات الطبارة Volatile sulphides المشتقة من الأحماض الأمينية الكبريتية الموجودة في بروتينات اللبن وخاصة بيتا لاكتوجلوبيولين B-Lactoglobulin .

وأقل درجة حرارة يظهر عليها الطعم المطبوخ هي ١٥٨-١٦١,٦ بعد ٣٠ ق .

وطعم اللبن المبستر يختلف إلى حد ما عن طعم اللبن الخام ويرجع ذلك إلى التخلص من المواد المكتسبة من الحيوان أو العليقة أو الهواء المحيط بمكان إنتاج اللبن وذلك بواسطة الترشيح والتسخين وليس من السهل التميز بين طعم اللبن المبستر وطعم اللبن الخام النظيف .

(جـ) **طبقة القشدة :**

تقلل البسترة من حجم طبقة القشدة التي تتكون على سطح اللبن في الزجاجات ويتوقف ذلك على درجة حرارة البسترة فتسخين اللبن إلى درجات حرارة أعلى تسبب نقصاً أعلى في حجم طبقة القشدة أي أن العلاقة طردية بين حرارة البسترة وحجم طبقة القشدة .

ويمكن التقليل من الاضطرار التي تلحق بحجم طبقة القشدة بواسطة التبريد السريع للبن مباشرة بعد التسخين ودرجة الحرارة الحرجة التي يكون لها تأثير كبير على حجم القشدة بين ٦٠ف - ١١٠°ف لذلك يجب أن يبرد اللبن بسرعة لخفض درجة الحرارة أقل من هذا النطاق من درجات الحرارة للمحافظة على حجم طبقة القشدة في اللبن المبستر .

جدول ( ) يبين تاثير المعاملات الحرارية المختلفة على حجم طبقة القشدة

المعاملة الحرارية	مقدار الانخفاض في حجم طبقة القشدة
تسخين اللبن عند ١٤٥°ف/٣٠ق	يقلل حجم طبقة القشدة بمقدار ٨-١٠%
تسخين اللبن عند ١٤٨°ف/٣٠ق	يقلل حجم طبقة القشدة بمقدار ٢٠-٣٠%
تسخين اللبن عند ١٥٠°ف/٣٠ق	يقلل حجم طبقة القشدة بمقدار ٤٠-٥٠%

جدول ( ) يبين درجات الحرارة والوقت للطرق المختلفة للبسترة .

الطريقة	درجة الحرارة	الوقت
البسترة البطيئة	٦٢-٦٥°م	٣٠ دقيقة
البسترة السريعة	٧١-٧٤°م	٤٠ ثانية
البسترة الخاطفة	٨٥°م	في حدود ٧-٨ث " لا يوجد معلومات دقيقة حول الوقت "
التالتعقيم	١٠٩-١١٢°م	٢٠-٤٠ دقيقة
	١٤٠-١٥٠°م	٢-٤ ثواني

ثانيا : قابلية اللبن للتجبين بالمنفحة :

كلما ارتفعت درجة الحرارة التى سبق أن سخن عايها اللبن كلما زادت مدة تجبن هذا اللبن بالمنفحة إلى أن تصل إلى الغليان حيث يتعذر التجبين للبن وذلك بسبب ترسيبأملاح الكالسيوم الذائبة أي تحويلها إلى صورة غير ذائبة وأملاح الكالسيوم الذائبة من العوامل اللازمة لتجبين اللبن بالمنفحة ويمكن الإسراع من تجبين اللبن المعامل بالحرارة بإضافة أملاح الكالسيوم ذائبة مثل كلوريد الكالسيوم إلى اللبن .

ثالثا : التركيب الكيماوي :

أ - البروتينات :

بروتينات اللبن تشمل الكازين وبروتينات الشرش والكازين يمثل ٨٠% من بروتينات اللبن وهو لا يترسب بالحرارة ولكنه يتجبن بالمنفحة والحامض أما بروتينات الشرش فهي لا تتأثر بالمنفحة ولا بالحامض ولكنها يحدث لها تجمع بالحرارة . فقد وجد كثير من الباحثين أن تسخين اللبن على ١٥٠°ف/٣٠ق يؤدي إلى ترسيب حوالي ٥,٨% من بروتينات الشرش وتزداد هذه النسبة كلما ارتفعت درجة الحرارة بينما وجد البعض أن حوالي ١٠,٠٤% كل من البروتينات الذائبة الكلية في اللبن يحدث لها دنترة (تغير في صفات البروتين الطبيعية أو الكيماوية دون حدوث تغير في وزنه الجزئي) عند تسخين اللبن على ١٤٥ف/٣٠ق وهذا التغير لا يؤثر على القيمة الغذائية للبن مع ملاحظة أن الكازين لا يحدث له أي تغير في نطاق ١٤٠-٢١٢°ف/ساعات .

(ب) الدهن :

حرارة البسترة لا تؤثر على دهن اللبن

(ج) الفيتامينات :

نسبة الفيتامينات باللبن الخام مرتبطة بنوع عليقة الحيوان -جنس الحيوان كما أن الأكسجين والضوء والعناصر المعدنية الثقيلة لها تأثير سريع على تدمير وفقد الفيتامينات بالحرارة .

والجدول الآتي يبين تأثير درجات الحرارة على الفيتامينات الحساسة للحرارة .

طريقة التصنيع	% للفقد في الفيتامينات باللبن المصنع		
بسترة بطيئة	(١)		(٢)
بسترة سريعة	١٠	١٠	٢٠
تعقيم	١٠	١٠	١٠
تجفيف بالاسطوانات	٣٥	٩٠	٥٠
	١٥	٣٠	٣٠

جدول (٣٥) تأثير الطرق المختلفة للبسترة على فقد الفيتامينات .

(د) **سكر اللاكتوز** :

البسترة ليس لها تأثير يذكر على اللاكتوز ولكن التسخين على درجات حرارة عالية (عن المستعملة فى البسترة) ولمدة طويلة يؤدي إلى تحلل اللاكتوز وتكوين لون بيج نتيجة تفاعل ميلارد الذى يحدث بين سكر اللاكتوز والبروتينات وذلك كما في اللبن المعقم .

(هـ)**الأملاح المعدنية** :

أهم الأملاح تأثرًا بالحرارة هي فوسفات الكالسيوم فقد وجد أن بارتفاع درجة الحرارة تترسب فوسفات الكالسيوم وتقل درجة ذوبانها ويلاحظ ذلك في أن الجزء الأكبر من المادة المترسبة على حوائط أجهزة تسخين اللبن هي فوسفات الكالسيوم وتسمى هذه المادة المترسبة بحجز اللبن . وبالتالي عند استخدام اللبن المبستر في صناعة الجبن يضاف مصدراً لأملاح الكالسيوم الذائبة اللازمة في اتمام التجبن وهو كلوريد الكالسيوم الذائب .

و- أنزيمات اللبن :-

(و) **بعض إنزيمات اللبن مثل** Phosphatase & Amylase & Lipase

تتلف بالبسترة بينما انزيم peroxidase, protease, catalase يضعف نشاطها فقط بالبسترة .

وحيث أن الفوسفاتيز يتلف تماماً بالبسترة لذلك يستخدم كدليل للحكم على كفاءة البسترة .

(ز) **ثاني أكسيد الكربون (ك أ ٢)** :

يحتوي اللبن عقب خروجه من الضرع على ١٠% بالحجم ك أ٢ ويفقد هذا الغاز من اللبن نتيجة لانخفاض ك أ٢ في الهواء الجوي المحيط باللبن . ويزداد فقد ك أ٢ بالتسخين والتقليب وعموماً فإن فقد ك أ٢ من اللبن يؤثر على باقي الأنظمة الأخرى في اللبن مثل pH حيث فقد ك أ٢ يؤدي إلى ارتفاع pH وانخفاض الحموضة وهذا ينعكس على ميزان الفوسفات والكالسيوم حيث يؤدي إلى تحويل نسبة من الكالسيوم والفوسفات الموجودة فى اللبن من الحالة الذائبة إلى الحالة الغير الذائبة .

(ر) الحموضة :

تسخين اللبن يعمل على فقد ك أ٢ وبالتالي تقل الحموضة لذلك وجد أن اللبن الخام الذي درجة حموضته ٦,٩ عند تسخينه على 150°م تصبح الحموضة ٥,٩ بينما وجد أن التسخين إلى درجات أعلى من ذلك تؤدي إلى ارتفاع درجة الحموضة نتيجة تحول المجموعات الحمضية القاعدية على حمضية ويحدث ذلك فى البروتين عند تفاعل مجاميع الأمين فى البروتين مع مجموعة الألدهيد فى السكر - أو عند تحلل سكر اللاكتوز على حمض فورميك وخليك .

اللبن المعقم :

يعتبر التعقيم من المعاملات الحرارية الشائعة في كثير من دول العالم وتعتبر ألمانيا أول الدول التي استخدمت اللبن المعقم وقد بدأت هذه الصناعة على نطاق تجاري عام ١٨٩٤ وقد نقلت إلى إنجلترا عام ١٨٩٦ .

تعريف اللبن المعقم :

يعرف اللبن المعقم بأنه اللبن المسخن لدرجة حرارة أعلى من ٢٠٠ °ف لمدة أكثر من ٣٠ دقيقة ويعرف تجارياً باللبن المعقم وبالرغم من أن هذا اللبن ليس معقم كما هو معروف بكتريولوجيا فإن عدد البكتريا التي تبقى في هذا اللبن يكون قليلاً ويمتاز أن له قوة حفظ عالية .

٢- تعريف مؤسسة صناعة الألبان بالولايات المتحدة الأمريكية في نشرتها عام ١٩٦٧ :

أن اللبن المعقم لبن مجنس عومل بالحرارة لدرجة كافية تجعله صالحاً للاستهلاك الإنساني فترة لا تقل عن ٧ أياماً ويكون معبأ في زجاجات مقفولة تحت تفريغ .

٣- تعريف اللبن المعقم في التشريع المصري :

يعرف أنه اللبن المجنس المسخن لدرجة حرارة أعلى من ١٠٠°م بعد تعبأته بالطريقة الآلية في الأوعية التي يباع فيها وتتوفر فيه الاشتراطات التالية :

أ- يعطى نتيجة سالبة لاختبار التعكير .

ب- لا تزيد نسبة الدهن في العشر العلوى من العبوة إذا ترك لتر منه ساكن لمدة ٤٨ ساعة عنها في باقي اللبن عن ١٠% .

جـ- لا يطرأ على الخوص الطبيعية أي تغيير عند تركه لمدة ٣ أياماً على درجة حرارة ٣٧°م .

وعموماً فاللبن المعقم هو اللبن المجنس الذي سخن لدرجة حرارة مرتفعة عادة لا تقل عن ١٠٠ °م ولمدة من الزمن لا تقل عن ٢٠ دقيقة ويكون معبأ في عبوات محكمة القفل ومعقمة ويكون له قوة حفظ لا تقل عن أسبوع تحت ظروف الاستهلاك العادي .

١- تأثير حرارة التعقيم على المحتوى البكتيري باللبن :

تعتبر الحرارة عاملاً هاماً التي يمكن بواسطتها إبادة الميكروبات الموجودة باللبن وهناك علاقة عكسية بين الوقت ودرجة الحرارة التي يحدث عندها الإبادة وقد وجد أن درجة حرارة تتراوح بين ٦٢-٦٣°م لمدة ٢٠-٣٠ دقيقة كافية لإبادة غالبية الميكروبات غير المتجرثمة مثل ميكروب السل والتيفود أما الجراثيم فهي أكثر مقاومة ولكن تباد عند تعرضها لدرجة حرارة أعلى من ذلك ومدد أطول .

وهناك كثير من التجارب التي تثبت أنه كلما زاد عدد الميكروبات أو جراثيمها في اللبن كلما طال الوقت اللازم لإبادتها كما أنه من المحتمل أنه كلما زاد هذا العدد الأصلي كلما زاد احتمال وجود بعضها الذي يقاوم الحرارة .

والجدول التالي يوضح أنه بزيادة عدد الجراثيم باللبن كلما زاد الوقت اللازم لإبادتها :

جدول (٣٦)

عدد الجراثيم في الملي	الوقت اللازم بالدقائق لابادتها عند ١٠٠°م
١٠٠,٠٠٠,٠٠٠	١٩
٧٥,٠٠٠,٠٠٠	١٦
٥٠,٠٠٠,٠٠٠	١٤
٢٥,٠٠٠,٠٠٠	١٢
١,٠٠٠,٠٠٠	٨
١٠٠,٠٠٠	٦

وقد ثبت من الأبحاث أن لرقم الـ pH تأثير كبير على درجة إبادة الميكروبات فمثلاً إذا كان رقم الـ pH ٥-٦,٨ فإن هذا الرقم يكون له تأثير على إبادة الميكروب Clostridium botulinum بالحرارة وعند pH ٧ تكون مقاومة الميكروبات للحرارة أكثر ما يمكن ، كما وجد أن الخلايا وجراثيمها الصغيرة العمر تكون أقل مقاومة للحرارة عن الكبيرة المتقدمة في العمر ، كذلك فإن لكمية الرطوبة الموجودة في البيئة الميكروبية لها أيضاً اهمية كبيرة بالتأثير بالحرارة فمن المعروف أن الرطوبة تسرع من عملية تخثر البروتينات بالحرارة وهذا يفسر في مقاومة الجراثيم للحرارة أكثر من الخلايا الخضرية وقد وجد سبك سنة ١٩٤٧ أن البكتريا Micrococcus freudenreichii .

تكون أكثر مقاومة للحرارة إذا ما وجدت في مخلوط المثلوج اللبني عنه إذا ما وجدت في اللبن السائل ويرجع ذلك إلى تركيز السكر المرتفع في المخلوط فيحدث زيادة في الضغط الأسموزي وبالتالي حدوث تأدرت جزئي للميكروب وهذا يفسر زيادة المعاملة الحرارية في مخاليط المثلوجات اللبنية عما هو متبع في الألبان السائلة .

ولدرجة الحرارة النامي عليها الميكروبات أثر كبير في درجة مقاومتها للحرارة وتشير الأبحاث بأن المقاومة الحرارية تزداد بزيادة درجة حرارة النمو

فالبكتريا E. coli النامية على درجة حرارة ٣٠°م أو ٣٧°م أكثر مقاومة عن تلك النامية على درجة حرارة ٢٠°م .

وعملية التعقيم المباشرة التي كانت تجرى بالاتوكلاف لا تتناسب اليوم مع ذوق المستهلك من ناحية الطعم والمظهر ذلك لوجود عدد كبير من الجراثيم التي تقاوم درجة حرارة الاتوكلاف لاحتياجها لدرجة حرارة أعلى للقضاء عليها مما يؤثر على طعم ومظهر اللبن لذلك يجب مراعاة هذه العملية في تقليل الجراثيم بقدر الإمكان بوضعها في حالة لا تستطيع فيها المقاومة لابادتها .

٢- تأثير الغليان :

بدراسة تأثير غلي اللبن على البكتريا الموجودة باللبن وجد أن البكتريا التي تقاوم الغليان كانت تابعة للجنس Bacillus كما وجد أن جراثيم البكتريا B.cereus , B. licheniformis تقل في العدد نتيجة هذه المعاملة أما جراثيم B.subtilis فقد كانت مقاومة لها وعادة كانت تنشط نتيجة هذه المعاملة .

٣- دراسات على اللبن المعقم :

١- بفحص اللبن الخام الوارد إلى مصانع الألبان وجد أن أعداد الجراثيم التي تقاوم التسخين لدرجة حرارة ١٠٥°م لمدة ١٥ دقيقة تراوحت بين١-٥ جرثومة لكل ١٠٠ ملليلتر أما عند التسخين لدرجة حرارة ١٠٠°م لمدة ٢ دقيقة فكانت الأعداد ٢٠٠-٧٠٠٠ جرثومة .

٢- وجد أن أعداد الجراثيم التي قاومت التسخين لدرجة حرارة ٨٠°م لمدة ٢٠ دقيقة تتراوح بين ٤٠-٩٠٠٠ جرثومة لكل ١٠٠ ملليلتر من اللبن . أما عند الغليان لمدة ٣٠ دقيقة تتراوح بين ١-١٦٠ جرثومة لنفس كمية اللبن وقد كانت البكتريا السائدة B.licheniformis

٣- وجد أن اللبن المسخن لدرجة حرارة ١٠٥°م لمدة نصف ساعة كانت فترة حفظه ٧,٥ شهور وذلك تحت الظروف الاستوائية .

٤- وجد أن البكتريا المحبة للحرارة المتوسطة السائدة في اللبن المعقم كانت B. subtilis بينما كانت في اللبن الخام هي B. licheniformis أما الأفراد المحبة للحرارة العالية في اللبن المعقم فقد اقتصرت على B. stearothermophilus .

٥- بفحص عينات من اللبن المعقم وجد أن أنواع الجنس Bacillus سواء المحب منها للحرارة المتوسطة أو الحرارة العالية تزداد في الشتاء عنه في الصيف وأن الزجاجات المغسولة هي المصدر الرئيسي للتلوث .

٦- وجد أن كل أنواع البكتريا باللبن الخام باستثناء B.circulans وقف نموها في اللبن الذي عقم في زجاجات بها بعض التفريغ وقد ثبت أن ذلك يرجع إلى جهد الأكسدة والاختزال المنخفض والذي لا يرتبط بمدى التسخين من ١٠٧-١١٧°م أما النوع المذكور فيرجع إلى قدرته على النمو على جهد منخفض .

وجد أنه بفحص كفاءة التعقيم بطريقة التسخين فوق العالي (U.H.T) باستخدام جراثيم البكتريا B. steaeothermophilus وجد أن حوالي ٩٧,٥% منها أبيد بالتسخين بدرجة حرارة ١٢١°م لمدة ٢ ثانية .

٧- بدراسة تأثير التسخين فوق العالية (U.H.T) على جراثيم أحد أنواع Clostridium وجد أن التسخين لدرجة حرارة ١٣٠-١٣٥°م يكفي لتعقيم اللبن المحتوى على ١٠٠ جرثومة في الملليلتر .

٨- وجد أن عدداً قليلاً من البكتريا ١-٢ مستعمرة لكل ١٠٠ ملليلتر من اللبن بعد التعقيم مباشرة كافية لحدوث تغيرات غير مرغوبة في اللبن .

٩- وفي الطريقة الحديثة للتعقيم نجد أن اللبن يسخن جملة إلى درجة حرارة ٢٧٥°ف لمدة ٢٠ ثانية وهذا يجعل في الإمكان قتل معظم البكتريا المتجرثمة في عملية التعقيم النهائي للبن (بالمقارنة بالتسخين إلى درجة حرارة ٢٣٩°م ف لمدة ٢٠ دقيقة) وهذا يسمح بإتمام التعقيم دون حدوث تغير كبير في لون اللبن الناتج .

ميكروبيولوجي اللبن المعقم :

اللبن المعقم المرتفع الجودة يجب أن يكون نظيفاً خالياً من التغيرات الغير مرغوبة مدة لا تقل عن ٧ أيام بدون حفظه على درجة حرارة منخفضة وفي لبن (U.H.T) مدة لا تقل عن ٦ أسابيع وتشير جميع الأبحاث الماضية إلى أن المشاكل البكتريولوجية في صناعة اللبن المعقم تتعلق أساساً بأنواع البكتريا المتجرثمة خاصة تلك التابعة لجنس Bacillus .

أسباب وجود البكتريا في اللبن المعقم :-

١- عدم كفاءة التعقيم وفي هذه الحالة يوجد العديد من أنواع البكتريا المتجزئة .
٢- وجود أنواع من البكتريا المتجرثمة تقاوم معاملات التعقيم المستخدم .
٣- حدوث تلوث بعد عملية التعقيم وفي هذه الحالة يمكن وجود أي نوع من أنواع البكتريا سواء المتجرثمة أو غير المتجرثمة .

وعملية تعقيم اللبن لا ينطبق عليها صفة التعقيم المعروفة من الناحية الميكروبيولوجية حيث أن اللبن المعقم والمطابق للمواصفات والتشريعات قد يحتوي على كائنات حية دقيقة في صورة جراثيم غير قادرة على الانبات والنمو لعدم ملاءمة الظروف وتعتبر جراثيم البكتريا تابعة لعائلة Bacillaceae السبب الرئيسي للعيوب التي قد تحدث في اللبن المعقم وأنواع البكتريا المتجرثمة التي قد توجد في اللبن المعقم هي :

B. cereus وهو يسبب تجبن اللبن وتحلل البروتين . أو B.coagulans وهو يسبب الطعم المر ، B. circulans يسبب الطعم المؤكسد، أما B. subtilis يسبب تجبن اللبن بالانزيمات ، أما ميكروب B. stearothermophilus يتسبب في تكوين أطعمة غير مرغوبة وتجبن اللبن ، أما Clostridium thermosaccharolyticum يسبب تخمرات غازية شديدة .

وللتغلب على هذه الأنواع من البكتريا يجب اتباع الآتي :

١- يجب نظافة وتعقيم الأوعية والأدوات والأجهزة المختلفة المستعملة في تحضير اللبن المعقم مثل أجهزة تعبئة الزجاجات وأجهزة التجنيس

وذلك لمنع تكاثر وتراكم البكتريا المكونة للجراثيم وجعلها مصدر للتلوث .

٢- تشير بعض الأبحاث أن تعبئة اللبن المعقم في زجاجات تحت تفريغ أدى إلى منع نمو أفراد الجنس bacillus ما عدا B. circulans بالإضافة إلى طرق التعقيم الحديثة والمعروفة باسم (U.H.T) قد حسنت كثيراً من قوة حفظ اللبن المعقم الناتج .

ولفحص عينات اللبن المعقم للتأكد من كفاءة التعقيم يجب إجراء الاختبارات الآتية :

١- اختبار التعكير .
٢- التحضين على درجة حرارة ٣٢°م لمدة ١٤ يوماً .
٣- التحضين على درجة حرارة ٥٥°م لمدة ٧ أياماً .

وينبغي في عينات اللبن المعقم بكفاءة أن تكون نتائج هذه الاختبارات كما يلي :

١- اجتياز اختبار التعكير بنجاح وذلك بعدم حدوث أي تعكير عند وضع كمية الشرش المتجمع من عينة اللبن المعقم والناتج عن ترسيب جوامد اللبن بواسطة كبريتات الأمونيوم عند وضعها في حمام مائي يغلى لمدة ٥ دقائق .
٢- اجتياز اختباري التحضين بنجاح بعدم زيادة PH العينات بعد التحضين بأكثر من ٠,٢ درجة PH .

وقد وجد أن عدد البكتريا بطريقة الأطباق في اللبن عقب التعقيم مباشرة يكون قليلاً جداً معظم العينات التي اختبرت كانت معقمة وخالية من الميكروبات بينما قليل من العينات يحتوي على ٢٠ مستعمرة بكتيرية لكل ١ ملليلتر لبن معقم ويتوقف العدد الكلي للبكتريا فى اللبن المعقم على جودة اللبن الخام قبل التعقيم حيث أن العملية لا تقتل البكتريا المكونة للجراثيم وبالتالي فإن اللبن الذي ينتج تحت ظروف غير نظيفة من المحتمل أن يحتوي

على أعداد كبيرة من البكتريا المكونة للجراثيم . وعدد البكتريا بعد التعقيم مباشرة لا يعتبر دليلاً على العدد بعد حفظ اللبن على درجة حرارة الجو العادي فاللبن الذي يحتوي على ١٠٠ مستعمرة بكتيرية لكل ملليلتر لبن قد يحتوي على ٥٠,٠٠٠ ألف مستعمرة بعد حفظه بينما البعض الآخر يعطي عدداً أقل من البكتريا . والميكروبات المتجرثمة المحبة للحرارة المتوسطة لا تنمو وتتكاثر في اللبن المعقم ويعزى ذلك إلى قلة الأكسجين الموجود في الزجاجات ولكن إذا كانت هذه الميكروبات لا هوائية اختيارية فإنها قد تتمكن من النمو في وجود تركيز منخفض من الأكسجين في اللبن .

مما سبق نجد أن تعقيم اللبن يعتبر من أحسن الطرق لإنتاج لبن الشرب خاصة في البلاد الحارة وشبه الحارة . حيث نجد أن من أهم مزاياه خلوه من كافة الميكروبات المرضية وغير المرضية ، خاصة المقاومة لدرجات الحرارة وقوة حفظه العالية لمدة طويلة في الجو العادي .

وقد أدخلت هذه الصناعة حديثاً في مصر وذلك لمناسبتها للظروف المحلية . لذلك يجب اتخاذ بعض الإجراءات حتى تتركز هذه الصناعة في مصر وخاصة إنتاج ألبان عالية الجودة .

ورغم ارتفاع تكاليف إنتاج هذا النوع من اللبن التي تقدربحوالي ٥-٢٥% أزيد من تكاليف اللبن المبستر ، هذا تبعاً لكمية اللبن المصنعة ، والكفاءة التي تتم بها العملية ، إلا أنه تفضله كثير من الدول لما له من مزايا عديدة .

اللبن المعقم بطريقة الحرارة فوق العالية :

(Ultra Heat Temperature UHT)

بنيت هذه الطريقة على أساس أن رفع درجة حرارة اللبن لدرجة حرارة عالية جدًا (١٥٠ درجة مئوية) لفترة قليلة جدًا (٠,٥ - ٠,٧٥) ثانية يؤدي إلى تفادي التأثير الضار لدرجة الحرارة على الصفات الحسية للبن مع الاحتفاظ بالتأثير الفعال للحرارة على الميكروبات ، وبذلك أمكن بهذه الطريقة التغلب على عيوب التعقيم بالطرق القديمة مثل اللون الداكن والطعم

المكرمل ، فطريقة UHT تعطي التأثير المطلوب للقضاء على الميكروبات والإنزيمات الموجودة في اللبن مع الحفاظ على الخواص الحسية والقيمة الغذائية للبن بأقل تأثير .

وتجرى هذه الطريقة من التعقيم بطريقتين كما يلي :

١- طريقة التسخين المباشر Direct Heating Methods : في هذه الطريقة يجرى حقن البخار في اللبن مباشرة أو إدخال اللبن على صورة رذاذ أو غشاء في جو من البخار .

٢- طريقة التسخين الغير مباشر Indirect Heating Methods وفيها يتم التسخين من خلال جدار يفصل بين المنتج ومصدر التسخين وهناك أنظمة مختلفة لتحقيق ذلك :

- استخدام مبادل حراري أنبوبي Tubular heat exchanger
- استخدام ألواح التبادل الحراري Plate heat exchanger
- استخدام المبادل الحراري الأنبوبي المزود بكاشط للسطح Scraped heat exchanger

مراحل التصنيع للطرق المختلفة :

أولاً : **الطريقة المباشرة** :

* **المراحل التصنيعية لطريقة حقن البخار في اللبن** :

١- يمرر اللبن بعد استلامه واختباره إلى مرحلة التسخين المبدئي حيث يسخن إلى درجة حرارة ٧٥ - ٨٥ درجة مئوية باستخدام المبادل الحراري ذو الألواح .

٢- يدفع اللبن بواسطة مضخة إلى حجرة حقن البخار .

٣- يحقن البخار في اللبن مباشرة لرفع درجة حرارته إلى ١٥٠ درجة مئوية ، ويجب ملاحظة أن تكون كمية البخار المستخدمة في التسخين كافية لرفع درجة حرارة اللبن إلى الدرجة المطلوبة في التعقيم .

٤- يمرر اللبن إلى أنبوبة الحجز ويظل بها مدة ٢-٤ ثانية .

٥- يضخ خليط اللبن والبخار إلى غرفة التفريغ عن طريق صمام ، وعند ذلك يتمدد مخلوط اللبن والبخار ويبرد نتيجة التبخير ، ويتحكم في هذه الطريقة بحيث يتم التخلص فقط من كمية البخار التي أضيفت إلى اللبن بغرض تسخينه حتى لا يحدث تغير في نسبة الماء باللبن المعقم الناتج ويتم سحب البخار الساخن بعد ذلك لاستخدامه في التسخين المبدئي .

٦- يجنس اللبن عن طريق دفعه بواسطة مضخة إلى المجنس على أن يكون المجنس من نوع خاص بحيث يمنع أي تلوث ميكروبي .

٧- تتم تعبئة اللبن بحيث تتوافر في الجزء الموصل من جهاز التعقيم وجهاز التعبئة الخصائص الآتية :
   - المحافظة على حالة المنتج المعقمة بين التصنيع والتعبئة .
   - اقتصادية الاستخدام حيث يمكن استخدام التوصيل بين جهاز التعقيم وعدة أجهزة تعبئة مما يسمح بتعبئة منتجات مختلفة في أنواع وأحجام مختلفة من العبوات .

ويعتبر التوصيل المباشر بدون تدخل أي أجهزة هو أسهل طرق التوصيل بين جهاز التعقيم وجهاز التعبئة ويوجد طرق أخرى أكثر تعقيدًا تعتمد على وجود خزانات يخزن بها اللبن المعقم حتى يعبأ ، ويجب أن تكون هذه الخزانات معقمة ومصنعة من الصلب الغير قابل للصدأ وتكون مصممة بحيث تنظف في المكان (CIP) وهي تعقم باستخدام بخار تحت ضغط وتكون على شكل اسطوانة رأسية طولها يساوي ١,٥ مرة قدر قطرها وهذا الشكل يكون مناسب للتنظيف بالرش والتعقيم بالبخار المضغوط .

* **المراحل التصنيعية لطريقة حقن اللبن في البخار** :

تتم هذه الطريقة عن طريق تسخين اللبن تسخين ابتدائي كما سبق في الطريقة السابقة ، ثم يجنس وبعد ذلك يتساقط اللبن أو يحقن في وعاء البخار على هيئة فيلم رقيق حيث يتم التسخين إلى حرارة التعقيم وقد يتم دخول

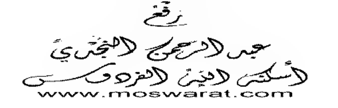
اللبن على هيئة رذاذ يحقن داخل وعاء البخار وهناك اعتقاد أن حقن اللبن على هيئة رذاذ يزيد من كفاءة التعقيم ، ثم تكمل الخطوات كما ذكر في الطريقة السابقة .

ثانياً : المراحل التصنيعية للطريقة الغير مباشرة :

يتم إجراء عملية التجنيس في هذه الطريقة قبل أو بعد التسخين فوق العالي إلا أن الحالة الأخيرة تستلزم إجراء التجنيس في أجهزة خاصة لا تسمح بالتلوث الميكروبي مما يزيد من التكلفة الصناعية ، إلا أن التجنيس بعد التسخين فوق العالي يمنع تجمع البروتين والدهن كذلك يؤخر تكون الرواسب الصلبة من بروتينات الشرش ، وقد ينتج أحيانًا من تجنيس اللبن قبل التسخين فوق العالي انفصال الدهن على هيئة طبقة زيتية قبل التسخين .

وفي طريقة التسخين الغير مباشر يتم ضخ اللبن من خزان اللبن الخام بواسطة مضخة إلى جهاز ضبط معدل سريان اللبن ومنه إلى مبادل حراري يستخدم فيه الماء الساخن لتسخين اللبن إلى حوالي ٧٠ درجة مئوية ومنه إلى المجنس حيث يتم تجنيس اللبن ويمر اللبن بعد ذلك خلال مبادل حراري يستخدم فيه البخار حيث يسخن اللبن إلى درجة حرارة التعقيم المطلوبة ، ثم يدخل اللبن إلى أنبوبة الحجز حيث يستغرق مروره بها مدة الحجز المطلوبة على نفس درجة حرارة تعقيمه وبعد ذلك يتم تبريد اللبن على مرحلتين حيث يمر أولاً خلال مبادل حراري يستخدم فيه ماء عادي للتبريد ، ثم يمر خلال مبادل حراري يستخدم فيه ماء بارد ثم يعبأ اللبن بعد ذلك أو يتم ضخه إلى خزان حفظ اللبن المعقم مبردًا لحين تعبئته .

وفي كل الطرق السابقة تتراوح درجة حرارة التعقيم بين ١٣٠ - ١٥٠ درجة مئوية ومدة الحجز تتراوح بين ٢-٨ ثانية .



خواص اللبن المعقم بطريقة UHT

يحدث في اللبن المعقم بطريقة UHT مجموعة من التغيرات تعزى إلى :

- تغيرات ناتجة عن المعاملة الحرارية .
- تغيرات ناتجة من التخزين .

تأثير المعاملة الحرارية :

- **البروتينات :**

يزيد حجم جسيمات الكازين وقد يرجع ذلك إلى دنترة بروتينات الشرش وتجمعها على سطح الكازين او إلى تغير مكان إرتباط فوسفات الكالسيوم مع جسيمات الكازين

يحدث فقد في الليسين نتيجة لحدوث تفاعل ميلارد ، كما يحدث دنترة لبروتينات الشرش باللبن وتختلف درجة الدنترة تبعًا لشدة المعاملة الحرارية المستخدمة ، وقد وجد أن طريقة التسخين الغير مباشر تحدث دنترة أكثر من طريقة التسخين المباشر حيث تصل نسبة البروتينات المدنترة إلى ٧٠-٩٠ % بالمقارنة بـ ٥٠-٧٠ % بطريقة التسخين المباشر ، كما تؤدي معاملة الـ UHT إلى خفض قدرة الكازين على التجبن .

تفاعل ميلارد :

هو مجموعة من التفاعلات تحدث بين مجموعة كربونيل سكر اللاكتوز مع مجموعة أمين الحمض الأميني ليسين ثم تحدث تفاعلات أخرى تؤدي في النهاية إلى تكوين الصبغات البنية والتي تكون مسئولة عن اللون البني في اللبن المعامل حراريًا . ومركب هيدروكسي ميثيل فيورفيورال هو أحد المركبات التي تظهر في المراحل الأولى من تفاعل ميلارد ويتخذ وجوده دليلاً على شدة المعاملة الحرارية .

- **الدهن** :

تؤثر المعاملة بطريقة الـ UHT على الدهن لأنها تؤثر على حجم طبقة القشدة المتكونة ، وقد يرجع ذلك إلى تثبيط الحرارة لنشاط الإجلوتنين الذي يحافظ على ثبات حبيبة الدهن ويعمل على تجميع الحبيبات أو قد يرجع ذلك إلى تأثير تجنيس اللبن بعد تعقيمه على تكوين طبقة القشدة ، ولا تؤثر عملية التعقيم UHT على القيمة الغذائية أو الخواص الكيميائية لدهن اللبن ولكن قد يحدث فقد في بعض الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع .

- **اللاكتوز** :

يتكون اللاكتيلوز نتيجة لتأثير المعاملة بالـ UHT وهو بوليمر بسيط . فسكر اللاكتوز عند تسخين اللبن تحدث به عدة تفاعلات في وجود عوامل مساعدة مثل مجاميع الأمين الموجودة في بروتين اللبن أو أملاح اللبن الغير عضوية .

وللاكتيلوز أهمية غذائية وعلاجية ؛ فهو يستهلك بواسطة ميكروبات الأمعاء ، كما أنه يساعد على علاج حالات الإمساك الشديدة ويشجع نمو بكتيريا Bifidobacterium bifidus المفيدة صحيًا ، كما أنه يساعد في علاج حالات تضخم الكبد البسيطة ، ويعالج بعض حالات الأورام .

- **الأملاح المعدنية** :

تحدث بعض التحركات العكسية بين أيونات الكالسيوم والماغنسيوم والسترات والفوسفات بين جسيمات الكازين وسيرم اللبن أثناء معاملة اللبن بطريقة UHT حيث تنخفض كمية الكالسيوم الذائب في اللبن عقب المعاملة مباشرة ولكن وجد أن معدل الاستفادة من الكالسيوم الموجود في اللبن المعقم أعلى من معدل الاستفادة من الكالسيوم الموجود في اللبن المبستر .

- **الفيتامينات** :

لا تتأثر الفيتامينات الذائبة في الدهن بالمعاملة الحرارية UHT بقيمة تذكر ولكن ثبت حدوث فقد بسيط في الفيتامينات الذائبة في الماء مثل الثيامين وفيتامين ب٦ وفيتامين ب١٢ وفيتامين C وحمض الفوليك ، ويرجع الفقد في فيتامين C إلى تحول الصورة المختزلة إلى الصورة المؤكسدة نتيجة للمعاملة الحرارية .

- **التجبن بالإنزيمات** :

يحدث خفض في قدرة اللبن المعامل بطريقة UHT على التجبن بإنزيم الرينين أو إنزيمات التجبن الأخرى ويرجع هذا التأثير إلى ارتباط الكابا كازين مع البيتالاكتوجلوبيولين حيث ينخفض معدل التجبن بمقدار النصف بالمقارنة باللبن الخام .

لبن الإبل

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى : ﴿وإن لكم في الأنعام لعبرة نسقيكم مما في بطونه من بين فرث ودم لبناً خالصاً سائغاً للشاربين﴾ .

صدق الله العظيم

مما لاشك فيه أن لبن الإبل يعتبر الغذاء الرئيسي لبدو الصحراء ويمكن أن يقوم بدور فعال في الوقاية من سوء التغذية في كثير من البلدان وتعتبر الإبل من الحيوانات المفضلة في بعض الدول بل هي الحيوانات الوحيدة التي استطاعت وتستطيع أن تعيش في جو حار ورطب .

ويعتبر لبن الإبل هام جداً لعدد كبير من السكان الذين يفضلونه عن غيره . وعند الدراسة لأكثر من ٣٦٠ عينة من حليب الإبل وراعى فيها جانبين : أولهما كمية اللبن المنتجة يومياً فى فترة الإدرار . أما الجانب الآخر فهو نوع اللبن وكمية ونوعية العناصر التي يتكون منها .

فمن ناحية الإنتاج اليومي فهو يتراوح من ٤,٥ : ٦ لتر يومياً والتي تعطي إنتاجاً يبلغ ٣٥٠٠ لتر خلال كل فترة الإدرار والتي تبلغ في العادة ١٨ شهراً. ولقد وجد أن الإبل تنتج حليباً ممتازاً فالعناصر التي يتكون منها لبن الإبل على جانب كبير من الأهمية سواء لصغار الإبل أو للإنسان الذي يتناول هذا الحليب ، فالأبقار التي تتعرض للحرارة ولاسيما عندما تندر المياه تنتج حليباً يحتوي على مواد صلبة جافة أكثر من المعتاد - كما أن المواد الدهنية تكون عالية بدرجة كبيرة وهذا الحليب لا يوفر بالقطع الغذاء المناسب سواء للإنسان أو الحيوان الذي يتعرض لنفس الضغوط المناخية وتلك الناجمة عن ندرة المياه وارتفاع الحرارة .

من الدراسة وجد أن المواد الصلبة الكلية لحليب الإبل ١١,٤٩ % - والبروتين ٣% ، الدهون ٣,٤٥% واللاكتوز ٤,١٧% - والماء ٨٨,٤٨% - والرماد ٠,٨٢% - ومواد صلبة غير دهنية ٧,٩٨ % والكثافة النوعية ١,٠٢٧ * وتركيز أيون الهيدروجين ٦,٥٣.

والجمال لها القدرة على إنتاج كمية كافية من الألبان في المناطق الجافة شحيحة المطر بعكس غيرها من الحيوانات الأليفة الأخرى والتي تنتج كميات قليلة جداً في المناطق الجافة .

معظم لبن الجمال له pH مرتفع pH لبن الجمال يتراوح ما بين ٦,٥- ٦,٧ وهو يشابه pH لبن الغنم وعندما يترك لبن الجمال فترة ترتفع حموضة ويزيد حمض اللاكتيك من ٠,٠٣ إلى ٠,١٤ بعد ٦ ساعات من الحلب .

ومعظم لبن الجمال يتم شربه طازجًا. ولبن الجمال أبيض معتم وله مذاق حلو وحاد وأحياناً يكون له طعم ملحي - وأحياناً يتغير طعمه ويصبح غير مقبول بعد رجة قليلاً ويرجع ذلك إلى نوع العليقة ومدى توفر مياه الشرب .

الإنتاج العالمي للبن الجمال يبلغ ٥,٤ مليون طن سنوياً والتي ينتج من ٢ مليون جمل .

ولذلك ترى منظمة (FAO) الفاو من الضروري استغلال هذا الإنتاج في إنتاج منتجات لبنية عالية القيمة الغذائية ومهمة في زيادة الدخل القومي للبلاد التي تنتشر بها الجمال .

وقد عهدت المنظمة على تشجيع تسويق ألبان الجمال ليس فقط في مناطق إنتاجها ولكن في الشرق الأوسط والغرب .

الأهمية الغذائية للبن الجمال :

١- لبن الجمال يحتوي على فيتامين (C) ثلاث أضعاف قدر الكمية الموجودة في اللبن البقري .

٢- لبن الجمال له أهمية علاجية ليس فقط لأنه غني في فيتامين C ولكنه غني أيضاً في الحديد والأحماض الدهنية الغير مشبعة ومجموعة فيتامينات (B) .

٣- وتعمل هيئة الـ Camel Dairy milk Ltd في كينيا بالتعاون مع معهد كينيا للأبحاث الطبية (KEMRI) على إثبات أهمية لبن الجمال في علاج أمراض القلب وأمراض السكر .

تأثير موسم الحلب (فصل السنة) على محتوى اللبن من الماء والمكونات الأخرى :

إن محتوى الماء هو أهم عامل في اللبن فصغار الإبل على الخصوص الذين يعيشون في مناطق الجفاف يحتاجون للسوائل وذلك للحفاظ على التوازن البدني وتوازن الحرارة في الجسم وتبلغ نسبة الماء في الإبل من ٨٤ : ٩٣% ما بين الصيف والشتاء ففي أشهر الصيف تبلغ نسبة الماء في الحليب أكثر من ٩٣% وفي خلال أشهر الشتاء تتراوح كمية الماء من ٨٩% وتنخفض حتى ٨٤% وهكذا يتضح أن الناقة في فترة الأدرار تفقد ماءها في اللبن وهذا مهم بالنسبة لصغارها وللإنسان أيضاً ومع زيادة محتوى الماء في الحليب الذي تنتجه الإبل العطشى تنخفض الدهون من ٤,٣ إلى ١,١% كذلك محتوى البروتين في الحليب يتراوح من ٦,٣ إلى ٧,١% خلال الصيف والشتاء على التوالى ويماثل إجمالي البروتين في حليب الإبل نظيره في الأبقار تقريباً وتنخفض نسبة البروتين انخفاضاً شديداً (١,٧%) في حليب الإبل العطشى ويرجع هذا إلى التأثير المباشر للمناخ ومياه الشرب على تكوين عناصر الحليب .

ولابد من التأكيد على محتوى البروتين في الأعلاف يؤثر تأثيراً مباشراً على محتواه في الحليب .

أما سكر الحليب فلقد ظل دون تغير كبير طول فترة الإدرار حتى نهايتها وتتراوح بين ٣,٤ إلى ٥,٩ % والتغيرات في تركيز اللاكتوز هي السبب الرئيسي في أن الحليب يوصف في بعض الأحيان بأنه حلو وفي البعض الآخر بأنه مر المذاق ..

ولبن السرسوب في الجمال يكون أبيضاً ومخففاً قليلاً بالمقارنة بلبن البقر وقد وجدت الأبحاث أن السبب في ذلك هو انخفاض نسبة الجوامد اللادهنية فبعد الولادة بساعتين يكون تركيز الجوامد الكلية ٣٠,٤% ثم تنخفض بعد يومين إلى ١٨,٤ وهذا الانخفاض لا يرجع إلى الانخفاض في نسبة الدهن حيث إن نسبة الدهن من البداية منخفضة وتكون ٠,٢ % ثم تزيد بشدة إلى ٥,٨% وعلى هذا فالانخفاض الحادث يكون بسبب الانخفاض في نسبة البروتين والمعادن .

وقد وجد أن تركيب لبن السرسوب كما هو مبين في الجدول التالي :

جدول (٣٧) تركيب لبن السرسوب

المكون	المدى	المتوسط
دهن	٠,١-١,٤	١,٠٧٩
بروتين	١٥,٧٩ - ١٩,٥٢	١٧,١٥
لاكتوز	٣,٩٨-٥,١٣	٤,٣
رماد	١,٤٤ - ٢,٨	٢,١
حموضة (حامض لاكتيك)		٠,٣٨

وفي الصومال يستخدم بعض الناس لبن سرسوب الجمال كغذاء وأحياناً يستخدم كملين ولكن في غالبية البلاد التي تربي الجمال يعتبر لبن السرسوب الجمال غير مناسب للإنسان وعجول الجمال ويحلب على الأرض ولكن نظراً لأن السرسوب يحتوي على مضادات حيوية ومفيد في الهضم للعجول المولودة فإنه ينصح باستخدامه في تغذية العجول إذا كان غير مقبول للإنسان .

وتركيب لبن الجمال في أجزاء العالم المختلفة موجود في جدول (٣٧) .

وتدل الأبحاث أن تركيب لبن الجمال يبقى ثابتاً في الستة أشهر الأولى من الحلب ، ثم يتغير بعد ذلك .

وأهم مكون في لبن الجمال هو الماء فالجمال الصغيرة والإنسان في البيئة الجافة يحتاج للسوائل للمحافظة على حالة توازن السوائل في الجسم والمحافظة على درجة حرارة الجسم الطبيعية ونسبة الماء في لبن الجمال تختلف من ٨٤% إلى ٩٠% وعند دراسة تأثير شح المياه في البيئة على نسبة الماء في اللبن وجد أنه أثناء الشتاء عندما يترك الجمال والعجول الصغيرة يشربون بحرية من الجداول الصغيرة تكون نسبة الماء في اللبن في حدود ٨٦% وعندما يشح الماء (من الربيع إلى نهاية الصيف) ويسمح للجمال والعجول بالشرب مرة واحدة في الأسبوع لمدة ساعة فقط ترتفع نسبة المياه في لبن الجمال إلى ٩١% وذلك بالرغم من ثبات العليقة التي تتغذى عليها الجمال على مدار العام ، وهذا يبين أن الجمال تفقد الماء في اللبن في فصل الجفاف وهذه إحدى وسائل التلاؤم البيئي وذلك لتوفر ليس فقط المواد الغذائية ولكن السوائل للعجل الذي يتعرض لظروف الجفاف .

كذلك من هرمونات الغدة النخامية هرمون الأوكسيتوسين هذا الهرمون يحب عملية إفراز اللبن وفى فترات الجفاف يحدث تنبيه عصبي للغدة النخامية لزيادة إفراز هذا الهرمون ومن هنا يحدث زيادة فى إفراز اللبن وزيادة فى تخفيفة . وعلى أي حال مهما كان التفسير لزيادة المحتوى المائي للبن في فترات الجفاف فإن هذا التخفيف يجعل اللبن غذاء ممتاز في فترات الجفاف للعجول الصغيرة والإنسان وهذا يفسر لماذا يأخذ البدو الجمال الحلابة معهم في رحلاتهم الطويلة في الصحراء .

ويوجد تفسير آخر يمكن شرحه على الأساس أن الإنسان حين يتعرض للحرارة فإنه يتلاءم معها بإفراز كمية وفيرة من العرق المائي وهذا يتم بإفراز هرمونات داخلية مضادة لإدرار البول ADH (تفرز من النخامي العصبي) وقد وجد أن الإنسان يفرز نفس العرق المائي عندما يحقن بنفس

الهرمون (ADH) . والإنسان يفقد الماء من غدده العرقية . وكذلك في الجمال عندما يرتفع ADH في الجمال المعرضة للعطش فإن فقد الماء في اللبن يرجع إلى تأثير هذه الهرمونات .

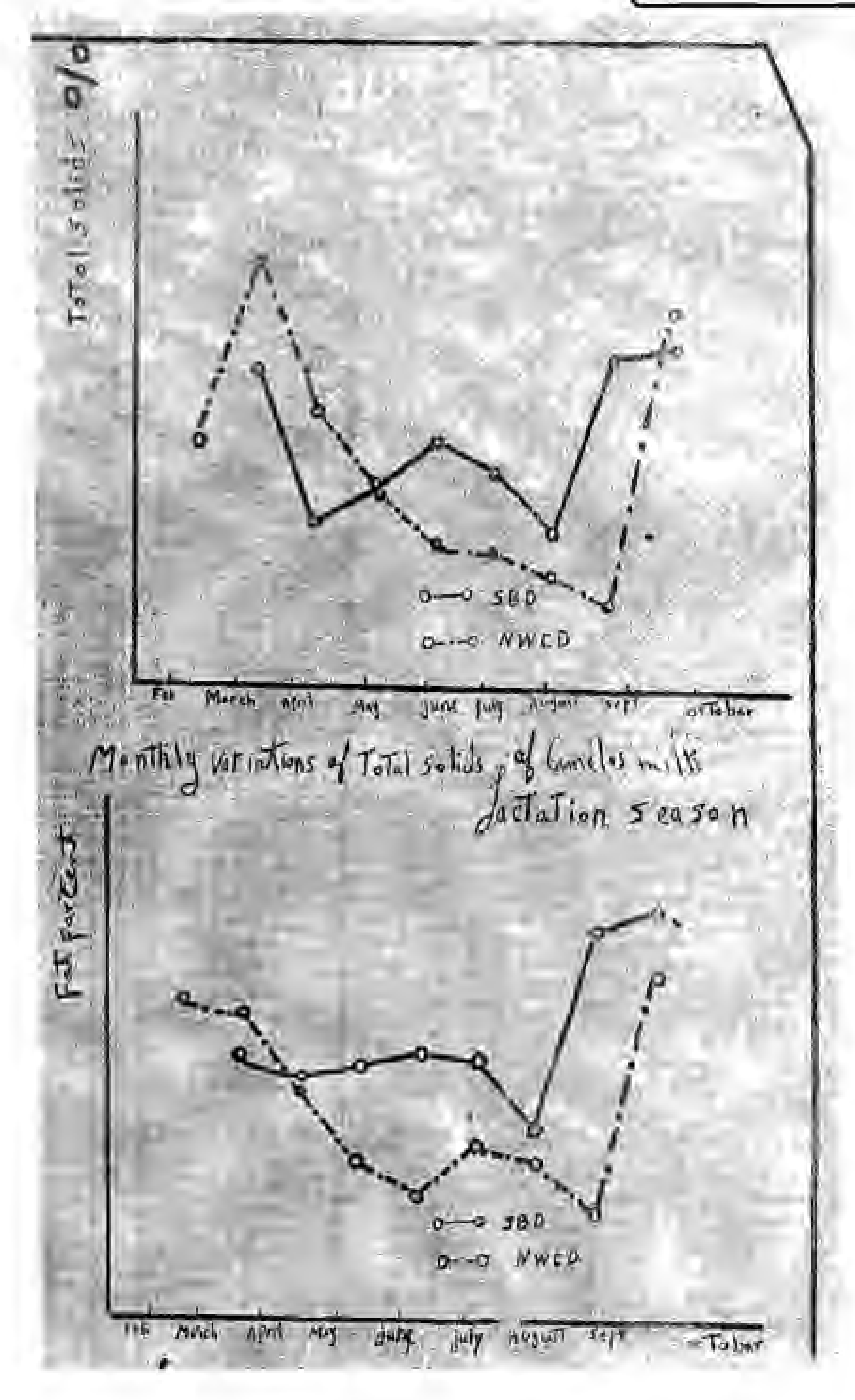
وقد وجد أن حقن هذا الهرمون في فئران التجارب التي تعرضت لحرارة مرتفعة لمدة ٨ ساعات أدى إلى زيادة محتوى الماء في اللبن المفروز من هذه الفئران .

وبزيادة المحتوى المائي في لبن الجمال فإنه تركيز الدهن يقل إلى الربع تقريباً .

جدول (٣٨) مكونات لبن الجمال خلال فصل الشتاء والصيف

	الدهون	البروتين	اللاكتوز	الرماد	الماء	SNF
المتوسط العام	٣,٥٠	٣,٠٠	٤,١٧	٠,٠٨٢	٨٨,٤٨	٧,٩٨
المتوسط في الشتاء	٤,٥٠	٤,٢٠	٤,٦٠	٠,٠٨٩	٨٤,٤٠	١١,٦٦
المتوسط في الصيف	١,١٠	٢,٥٠	٣,٢٠	٠,٠٦٢	٩١,٣٠	٦,٦٨
مدى التغير	كبير	متوسط	صغير	كبير	كبير	كبير

يتضح من الجدول السابق أن جميع مكونات لبن الإبل تنخفض نسبتها فى فصل الصيف وتزيد فى فصل الشتاء وذلك نتيجة للجفاف .



شكل (٢٨) تأثير موسم الحليب على تركيب اللبن من الجوامد الكلية والدهن

الفروق الأساسية بين لبن الجمال والحيوانات الأخرى :-

١- كمية الماء في حليب الإبل هي الأعلى من أي حليب آخر .

٢- هو أفضل أنواع الحليب للسكان في المناطق الصحراوية .

٣- دهون حليب الإبل تختلف عن دهون الحيوانات الأخرى فيلاحظ عند تركه يتوزع الدهن في شكل كرات دقيقة وهي دقيقة الحجم للغاية ومحيطها لا يتجاوز ١,٢ إلى ٤,٢ ميكرون ويبلغ متوسط الدهن إلى إجمالي المواد الصلبة ٣١% وهذه النسبة تقل عن الجاموس حيث تبلغ ٤١% ويبدو أن الدهن مرتبط بالبروتين وهناك صعوبة في استخلاص الدهن بالطريقة المعتادة .

٤- دهون حليب الإبل قيمتها الحرارية ضئيلة لا تتعدى ١٦,٤% وبالمقارنة مع حليب الحيوانات الأخرى نجد أن دهون الإبل لا تحتوي على أحماض دهنية قصيرة السلسلة وفي هذه الأحماض يشابه حليب الإبل الأم وتختلف عن حليب الأبقار والجاموس والنعاج . وأن قيمة حليب الإبل توجد في التركيزات العالية من الأحماض طويلة السلسلة ولاسيما حامض اللينولينك والأحماض الغير مشبعة الضرورية لتغذية الإنسان .

والنسبة المئوية لجزيئات الجليسيريد فى دهن لبن الإبل كالآتي :

جليسيريدات مشبعة تماما ٥٣% .

جليسيريدات وحيدة عدم التشبع ١٤%

إجمالي الأحماض الغير مشبعة ٣٢% .

أما توزيع الدهون الفوسفورية في لبن الإبل كنسبة مئوية من الدهون الفوسفورية فهو كما يلى :-

فوسفا تيديل إيثانول أمين	٣٥,٥
فوسفا تيديل كولين	٢٣,٧
فوسفا تيديل سيرين	٤,٦
فوسفا تيديل إينو سيتول	٥,٥
سفيجو ميلين	٢٨,٠

وهي تختلف عن توزيع الدهون الفوسفورية في حليب الأبقار .

ودهن الجمال يختلف أيضاً عن بقية الحيوانات فعند ترك اللبن فترة فإن الدهن يتوزع ككريات صغيرة في اللبن وحبيبات الدهن صغيرة قطرها من ١,٢-٤,٢ ميكرون ويبلغ محتوى الدهن بالنسبة للجوامد الكلية ٣١,٦% تقريباً . وهذا منخفض جداً عن الموجود في اللبن الجاموسي الذي يبلغ ٤٠,٩% - والدهن في لبن الجمال يكون مرتبطاً مع البروتين وهذا يفسر صعوبة فصله بالطرق العادية لخض اللبن . وهذا أيضاً يفسر عدم إمكانية فصل فيتامين A أو الكاروتين باستعمال الأثير البترولي .

ودهن الجمال له رقم ريخرت ميسيل منخفض (١٦,٤) .

تتراوح نسبة البروتين في لبن الجمال ما بين ٢-٥,٥% والبروتين الكلي في لبن الجمال يكون مشابهة للبن البقري ويشكل الكازين ٠,٨٩-٢,٧% على التوالي ونسبة الألبيجين ٣,٥-٣,٨ والكازين من ٢,٧-٢,٩% ولبن الجمال المصري يحتوي أقل نسبة كازين ٢,٦ .

جدول (٣٩) الأحماض الأمينية الأساسية في حليب الإبل

الأحماض الأمينية الأساسية	حليب الإبل ملجرام لكل ١٠٠ جرام	الحدود المقترحة من منظمة الصحة العالمية	النسبة % مقارنة بحدود منظمة الصحة
التيروسين	٤,٩	٤,٠	١٢٣
الغالين	٦,٩	٥,٠	١٣٨
السيستئين + الميثيونين	٣,٥	٣,٠	١٠٠
الليوسين	٩,٥	٧	١٢٣
أيزوليوسين	٤,٩	٤,٥	١٣٦
الفنيل ألانين + تيروسين	١٠,٠	٦,٠	١٦٧
تربتوفان	١,١	١,٠	١١٠,
الليسين	٧,٦	٥,٥	١٣٨

هذا الجدول يوضح أهمية حليب الإبل من الناحية الغذائية وأن النسبة المئوية مقارنة بالحدود المقترحة من منظمة الصحة العالمية هي أكثر من ١٠٠% عدا السستئين والميثيونين .

وينخفض الحامض الأميني في الإبل مع تقدم فترة الأدراد وقد وجد أن محتوى الميثونين والفالين والفنيل الأنين والأرجنين والليسين تكون أكبر في حليب الأبقار .

المعادن في حليب الإبل

يلاحظ أن حليب الإبل غنى بالمعادن ذات الأهمية الغذائية الأساسية وهذه المعادن مقارنة مع المعادن الموجودة في حليب الأبقار كما بالجدول

جدول (٤٠) المعادن التي توجد في حليب الإبل

(مليجرام/١٠٠جم حليب)

المعدن	حليب الإبل	حليب الأبقار
البوتاسيوم	١٥٢	١٤١
صوديوم	٧٢	٥٨
كالسيوم	١٣٩	١٣٢
نحاس	٠,٠٥٥	٠,٠١٣
حديد	٠,٢٩	٠,٠١
ماغنسيوم	٩	١٢
زنك	٠,٥١	٣٩
كلوريد	١٣٦	١١٠
فوسفور	١٠٥	٩٥
كبريت	٣٧	٣٠
بروميد	٣,١	-

يلاحظ أن حليب الإبل أغنى من حليب الأبقار وهو غني في مادتي الفوسفور والكالسيوم المهمة جداً لتنمية العظام - كما أن نسبة الصوديوم والكالسيوم والكلوريد مرتفعة وبسببها يكون الطعم المائل إلى الملوحة وحليب الإبل يماثل الماعز إلى حد ما ويقارب كثيراً من حليب الأم وهذا يؤكد أهميته لتغذية الإنسان ورعاة الإبل الذين يعتمدون على حليب الإبل فقط يتمتعون بصحة جيدة وحيوية متدفقة وحليب الإبل يوفر الصحة الجيدة بما في ذلك نمو العظام القوية .

الصفات الطبيعية للبن الجمال :

وجد أن لبن الجمال أقل قلوية من لبن الأبقار المصرية الجاموس المصري . ودرجة الـ pH تتراوح بين ٦,٢ إلى ٦,٨ بمتوسط ٦,٥٦ والكثافة النوعية للبن الجمال كانت ١,٠٣٠٥ ونقطة التجمد للبن الجمال تتغير ما بين - ٠,٥٥°م ، ٠,٦٠°م بمتوسط - ٠,٥٧٦°م .

نتائج بعض الأبحاث لمحتوى لبن الجمال من المعادن والفيتامينات

قدر وجود فيتامين ب١٢ وحمض البانتوثينك في اللبن في الحيوانات المختلفة من أجزاء مختلفة من موسكو ووجدت ١,٧ ميكروجرام/لتر و ٠,٦ مللجم/لتر لكل منهما على التوالي في لبن الجمال .

وفى دراسة أخرى قدرا الكاروتين وفيتامين " A " في لبن الجمال مستخدماً 1,5 dichloro 2-Propanol كدليل أو كمادة للتفاعل مع العينة المتصبنة ويمكن الحصول على نفس النتائج تقريباً باستخدام Anitmony trichlorids حيث إن متوسط هذه المواد بهذه الطريقة كان الكاروتين ٤,٩١ ميكروجرام/مللتر ، فيتامين A ٧,٥٧ ميكروجرام/ملل . ولقد قدر حمض الإسكوربيك في مجموعتين من ثلاث إناث من الجمال خلال الشهر الخامس والسادس وكانت ٩,٦٩ ، ٢,٢٤ملجم/١٠٠ملل . ولقد جمعت ٢٠ عينة من لبن الجمال لتقدير بعض الفيتامينات والمعادن النادرة وأوضحت النتائج أن متوسط محتوى المعادن مثل الكالسيوم والفوسفور والماغنسيوم والحديد

والنحــاس كانــت ١٩٦,٥٤ ملجــم ، ٦٢,١٦ملجــم ، ٢٠,٩٥ملجــم ، ٠,٣٦٩ ، ٠,١٩ ملجم/١٠٠ من اللبن لكـل منـهم علـى التـوالي بينمـا كـان الكـاروتين وفيتـامين A ، E كانـت ٢٩,٢١ مللجـم ، ١٢٩,٦٢ ، ٢٦٧,٣٤ مللجم/١٠٠ ملل من اللبن لكل منهم .

وقـد تم دراسـة لـبن أربـع إنـاث مـن الجمـال لتقـدير الـصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم والفسفور وأوضحت النتائج أن متوسط محتوى هذه المعادن كان ١٠٦، ١٥٦ ، ٤٥ ، ٢٠٠ملجم/١٠٠مل على التوالى .

إدرار اللبن ومكوناته الرئيسية فى مناطق العالم

يحتوي ضرع الجمل علـي أربعـة أجـزاء مقـسمه إلي قـسمين أحـداهما أمامي والآخر خلفي والمسافة بين حلمة الثدي الأمامي وحلمة الثدي الخلفي ٢١,٥ ، ١٢سم علي التوالي والطول من ١,٨-٤,٥ سم ، ٢,١-١٢سـم علـي التوالي كما يلاحظ عدم تواجـد أو اختفـاء مـستودع اللـبن أو حـوض اللـبن بالجمل كما أننا لا يمكن إدرار اللبن من الجمل مباشـرة ولكـب يحـدث ذلـك بوجود المولود"الجمل" أي ما يسمي بعمليـة الرضـاعة وممكـن بعـدها حلـب الجمل.

في الاتحاد السوفيتي يستخدمون الجمال في الحليب والعمل معا كما أن موسم الإدرار يستمر في الجمل ذو الصنم الواحد مده تتراوح بين ٧-٨ اشهر بينما تعتبر مدة ٧ شهور هي الفترة المناسبة إذا حملت الناقة مـرتين كـل ثـلاث سنوات .

وبالنسبة للإدرار يتوقف علي إرضاع الصغير من عدمـه وعلـي طـول مدة الحليب مثال ذلـك ناقـة لم ترضـع صـغيرها وعنـدما تحلـب هـذه الناقـة مده٤٦٠يوم أنتجت كمية لبن مقدارها ٢٦٢١كجم وفي حالـة أخـري ناقتـان أرضـعتا صـغيرها الأولي أعطـت محـصول مقـداره ١٣٨٢كجـم في حـوالي ٥٨١يوم والثانية ٤١٦كجم في ٤٩٠يوم أما الثالثة أرضعت صغيرها لمدة ٢٣٢

يـوم وتم حلبـها بـدون رضـاعة لمـدة ١٩٠ يـوم وكـان صـافي إنتاجـه ١٣١٦، ٧٠٩كجم في المدتين علي التوالي .

وفي الصومال تقسم فيها الجمال إلي قسمين من حيث اللـون فـالأسمر النحاس ويوجد في الشمال وهو صغير ، الأبيض الفـاتح وهـو كـبير الحجـم ويوجد في الجنوب . وقد وضع العالمـان Congiu, Rosetti ١٩٥٥ تقريـراً عـن ١٥٠ عينة من الجمال وفيها تتراوح نسب الناتج من اللبن والدهون فوجد أن نسبة إدرار اللبن حوالي ٦ لتر يومياً بنسبة ٤% مـن الـدهون ٧,٣١ جوامـد لادهنية .

وجد في دراسة على عدد ١٣٣٦٩ من أنثى الجمل ذو الصنم الواحـد في مزرعـة منتجـة في Turkministan أن موسـم الإدرار يتـراوح بـين ٤٨٠ إلى ٥١٠ يوميـاً والمحـصول النـاتج مـن اللـبن يتـراوح بـين ٢٠٠ إلى ٣٠٠ لتـر ومتوسط نسب الدهن ٤,٥% .

كما وجد بإجراء بحث على ١٥٠عينـة مـن لـبن الجمـال مـن منـاطق مختلفة من شمال وجنوب مصر كل عينة حوالي ٢٥٠ ملل خلال فصل الربيـع من مايو حتى ديسمبر أن نسبة الماء في هذه العينـات تراوحـت مـن ٨٤,٨-٩٠% بمتوسط ٨٧,٩% ± ٥,١١ . كما وجد أيضاً أن نسبة الجوامـد الكليـة ١٢,١٢% ± ٥,١١ ونسب الدهن ٣,٨% ± ٠,٠٧١ ونسب النتروجين الكلية في العينة ٠,٥٥% وقد قدرت نـسبة النتـروجين الكـازيني فكانـت ٧٣% مـن النسبة الكلية للنتروجين ومحتوى سكر اللاكتوز الكلي ٣,٩% ± ٠,٠٤٢ وقد يتراوح من ٢,٦-٥,١% بينمـا نـسبة الكلوريـد مرتفعـة بالمقارنـة بالحيوانـات الأخرى المجتـرة حيـث كـان متوسـطها ٠,١٥٨% ± ٠,٠٠١ ومـدى الـتغير يتراوح من ٠,١٤٥ – ٠,١٦٩% ومحتـوى الرمـاد مـن اللـبن ٠,٩٨% كحـد أعلى . ٠,٦% كحد أدنى بمتوسط ٠,٧٦% ± ٠,٠٠٩

وقد تم بحث القاعدة العامة لجمال المنطقة الصحراوية في الاتحاد السوفيتي حيث تتواجد الجمال في منطقة لا تتناسب محاصيلها مع أنواع الماشية الأخرى ولا تكفي لنموها .

وقد عقد مقارنة بين إنتاج لبن الجمال في هذه المنطقة وبين إنتاج الجاموس حيث وجد أن (the turkman) تعطي ٥٠٠٠كجم من اللبن بمتوسط ٤,٥% من الدهون أثناء موسم الإدرار ومدتها ١٨ شهراً كما أن نوع الجمل " Bactrian " نسبة إدراره من اللبن أقل ولكن نسبة الدهن فيه ٥-٦%.

وقد أوضح عالم من الاتحاد السوفيتي أن أنثى الجمل تلد كل سنتين وتتراوح مدة الحمل لنوع الجمل الـ "Dromadary " ٣٨٨ يوماً : ٤٠٦ يوماً للنوع " Bactrian " .

وتستمر عملية الإدرار حوالي سنة ونصف وعند فطام الصغير في عمر ٨-١٠ شهور نجد أن الأم تستطيع الإدرار حتى الانتهاء من موسم الحليب كما أن الفطام المبكر للرضيع ليس لها تأثير ضار على نموه إذا كان يمد بالغذاء المناسب لأكله كما أن أجزاء عملية التهجين بين سلالة Dromadany وسلالة Bactrian الجمال أعطت سلالة تمتاز بوفرة إدرار اللبن ووفرة إنتاج اللحم وقدره أكبر على العمل .

وقد أجريت دراسة على إنتاج ٤٨ أنثى خلال الشهر الخامس والسادس من موسم الإدرار وقد وجد أنهم ولدوا في المدة من مارس إلى إبريل وتم إجراء عملية الحلب لهم أربع مرات يوميا واستمر ذلك حتى فصل الخريف ثم أصبحت تجرى عملية الحليب ٣ مرات يومياً .

ومن النتائج المتحصل عليها في دراسة على ١٤ أنثى وجد أن هناك ثلاث متوسطات أو ثلاث معدلات للإنتاج ١٥٧١,٦٧ بنسبة ٥,٧% دهن ، ١٢٠٤,٦ بنسبة ٦,٥٩% دهن ، ٨٧٨,٨ لتر بنسبة ٦,٠٨% دهن .

وقد وجد أيضاً أن أعلى إنتاج للبن تم الحصول عليه في الشهر الثالث من موسم الإدرار وأن نسبة الدهن تزداد خلال موسم الإدرار . ومعظم

اللبن يتم الحصول عليه في حليب المساء والأقل يتم الحصول عليه في حليب الصباح وفي إحدى المزارع فى روسيا حيث الناقة وصغيرها يتغذيان على الرعي أثناء اليوم بأكمله دون وجبات إضافية للأكل ووجد أن الناقة تحلب ٣ مرات يومياً من الجانب الأيسر من الضرع والصغير يرضع من الجانب الأيمن وتحت هذه الظروف فإن متوسط الإدرار اليومي ٤ لتر ونسبة الدهن تتراوح من ٤,٥ - ٦,٥ % .

وقد أوضحت الأبحاث أن موسم الإدرار يستمر ١٨ شهراً في مناطق Dromedaries in Alma-Alta ويتراوح معدل إنتاج اللبن من ٧٢٠-١٢٢٣ لتراً بمتوسط ٥,١٧% ، ٤,٣٥% من الدهن والبروتين على التوالي وقد وجد أن إدرار اللبن لمجموعتين من الجمال كل منهما تتكون من ثلاث إناث الـ " Bactrian " في الشهر الخامس والسادس من موسم الإدرار كان ٣,٣ - ٥,٣ يومياً . ونرمز للمجموعة الأولى بالرمز (i) والمجموعة الثانية بالرمز (ii) وقد وجد أن التركيب الكيماوى للبن (i)، (ii) على التوالي هو :

دهن : ←―――― ١,٦٧ ± ٥,٥٣ ٤,٦٥ ± ٥,٢٠%

لاكتوز : ←―――― ٣,٠٦٣ ± ١,٣ ٣,٥٨ ± ٠,١٧ %

والإنتاج الكلي ٤,٣١ ± ٠,٣١ ٤,٤٥ ± ٠,٣٩%

ومحصول اللبن الذي يمكن الحصول عليه ونسبة الدهن في هذا اللبن خلال السبعة شهور الأولى من موسم الإدرار هو في نوع الـ " Bactrian " من الجمال يعطي ١١٨٧ لتراً ، ٥,٥% دهن ونوع الـ " Dramedory " يعطي ٢٠٠٧ لتر لبن بنسب ٤,٥٩% كما أن التهجين بين النوعين السابقين يعطي ٢٠٤٥ لتراً بنسبة ٤,٥٩% دهن ، نوع اللبن الـ " Kazakh type dromedary"

السلالة " Bacterian " :-

تعطي ١٨,٧٥ لتر بنسبة دهن ٤,٦٥% ونسبة الدهن العظمى يمكن الحصول عليها من الشهر الأول حتى الشهر السادس من موسم الإدرار وأقل نسبة دهن نحصل عليها في الشهر الثالث .

وقد وجد " Knaiss ١٩٧٧ " أن متوسط إنتاج اللبن يومياً في جمال أثيوبيا حوالي ٦,٦ كجم والنسبة بالمقارنة إلى وزن الجسم حوالي ١,٨٦% ونسبة إنتاج اللبن في الفصول الجافة نصف الإنتاج تماماً في الفصول الممطرة وموسم الإدرار يتراوح من ٩-١٨ شهراً معتمدة على وفرة الغذاء ومن الممكن مقارنة مكونات هذا اللبن بمكونات اللبن الأخرى في الماشية والغنم فقد وجد أن لبن الجمل غني جداً بالبروتين والدهون وفيتامين " C فقد وجد أن البروتين يتراوح من ٣,٣١ - ٣,٥٤% واللاكتوز ٤,٨٨ - ٦,٤٩% والرماد من ٠,٧١ - ١,١٣% .

وفى الاتحاد السوفيتي قدر أن الجمال من المحتمل أن يطيل متوسط حياتها الإنتاجية أكثر من ٢٤ سنة وأن موسم الإدرار يستمر من ٨-١٨شهراً ويعطي ٤٨٠ - ١٨٢٧ لتراً ونسبة الإنتاج القصوى حوالي ٩,٦ لتر يومياً وذلك في الثلاث شهور الأولى من موسم الإدرار على أن يكون ذلك فى موسم الربيع والصيف كما أن عملية التهجين تعطي ١,٥ مرة أكثر من نوع الـ Bacterian وحوالي ١٠% من اللبن يرضع بواسطة ابن الجمل " عجل " .

وقد وضع أحد العلماء تقريرا يفيد أن هناك علاقة وطيدة بين مكونات لبن الجمال وبين غذائه فقد وجد أن متوسط الإنتاج اليومي ٥-١٠ كيلوجرام وأن طول موسم الإدرار من ١٠-١٢ شهراً ووجد أن نسبة الماء فى اللبن حوالي ٨٦-٩٠% والبروتين ٣,٦-٤,٧% والدهون من ٤- ٥,٥% وذلك في اللبن الناتج من ٤٥ عينة لبن جمال خلال الشهر الرابع حتى الثامن من الولادة .

وفى دراسة عن نمو الجمل وإنتاج اللبن وجد أن الجمل التي تفقد صغيرها تعطي حوالي ٨٥٠ لتراً ويكون كمية اللبن أقل عن الجمال التي ترضع صغيرها .

والجمال السائدة في الصين هي الجمال ذات الصنمان وأن جملة تعدادها في الصين ٦٠٠,٠٠٠ ويستخدم هذا الحيوان كمصدر للحمل

والصوف بينما الإنتاج واللحم وإنتاج اللبن أقل أهمية ولأن في بعض الأماكن يستعمل كحيوان لبن وتنتج ٠,٥-٢كجم في اليوم حيث الزيادة تستخدم في رضاعة صغيرها وموسم الحليب يستمر من ١٤-١٦ شهراً وأعلى إنتاج للبن تم الحصول عليه في الشهر الثالث أو الرابع . وقد وجد أن متوسط الإنتاج اليومي فى هذان الشهران يتراوح من ٣,٥ -٥ كجم و ١,٣-٧,٨% من وزن الجسم ولاحظ الباحث أن الجمل كحيوان لبن أكثر ملاءمة للظروف المحلية وأسهل بالمقارنة بالأبقار .

وفي كينيا تسرح الجمال خلال النهار وتستريح ليلاً وتحلب الجمال ٤ مرات يومياً بزيادة في معدل الإنتاج اليومي ٠,٥ - ١,٥ لتر حيث يكون الإنتاج ٥,٥-٦,١ لتر يوميا .

التركيب التفصيلي للأحماض الدهنية

تميز دهن ألبان نوق الجمال بمحتوى أقل من الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة ك٤ ، ك ٦ وذلك بالمقارنة بدهن المجترات الأخرى .

وأيضاً بكميات بسيطة من الأحماض ك٨ ، ك١٠ وأيضاً تميز الدهن بارتفاع نسبة الأحماض الدهنية ك١٤ ، ك١٦ وكانت نسبتها على التوالي ١٣,٣% ، ٤٠,٨٨% .

وقد أظهرت قيم الأحماض ك١٦ : ١ ، ك١٨ : ١ غير المشبعة أقل قيم بين دهون باقي المجترات بالنسبة لحامض الاستياريك فقد وجد أن دهن لبن النوق يحتوي على كمية أقل عن باقي المجترات الأخرى بينما تشابهت نسبة وجود الحامض غير مشبع ك١٨ : ١ (الأولييك) مع مثيله في باقي دهون المجترات الأخرى . وبالنسبة للأحماض طويلة السلسة بصفة عامة فقد أظهر دهن لبن النوق احتوائه على كمية منه تفوق الكمية الموجودة في دهون ألبان المجترات وعند مقارنة الحامض الدهني في منطقتين وشهرياً على مدى موسم الحليب لم توجد فروق معنوية بين المنطقتين في محتوى دهنها من أي حامض دهني بل كانت كمية الحامض الدهني متشابهة إلى حد كبير في جميع العينات .

وقد أظهرت قيم الأحماض الدهنية طويلة السلسلة ثبات على مدار الموسم أما الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة فقد انخفضت لدرجة ملحوظة في نهاية الموسم مع ملاحظة ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية الغير مشبعة في شهور فصل الصيف عن بقية الشهور الأخرى .

متوسط النيتروجين الكيزيني :

عند دراسة متوسط النتروجين الكازيني فى لبن جمال منطقتين وجد أن متوسط النيتروجين الكيازيني هي ٠,٢٥٣ % لجميع العينات وتمثل ٦١,٢٧ % من النيتروجين الكلى ولم توجد فروق معنوية في كميته بين المنطقتين بينما كانت متوسط نيتروجين الألبيومين والجلوبيولين ٠,٠٦١٣ % وتمثل نسبة ١٤,٨٥ % من النيتروجين الكلي ولم توجد فروق معنوية بين المنطقتين في

كميتها كما وجد ان متوسط نيتروجين البروتيوز - ببتون ٠,٠٤٨٧% بنسبة ١١,٧٩% من قيمة النيتروجين الكلي ولم توجد فروق معنوية في كميتها بين المنطقتين وبالنسبة للنيتروجين اللابروتيني فقد وجد أن متوسط القيم هو ٠,٠٤٩٩% وتمثل ١٢,٠٩% من النيتروجين الكلي ولم توجد أيضاً فروق معنوية في محتوى الألبان منه بين المنطقتين محل الدراسة وقد أظهرت قيم النيتروجين اللابروتيني والبروتيوز ببتون ارتفاعاً في بداية فصل الحليب ثم انخفاضاً ملحوظاً ثم عادة إلى الارتفاع مرة ثانية في نهاية الموسم .

أما قيم نيتروجين الكازين فكانت ثابتة على مدار الموسم تقريباً . وبالنسبة لفصل الكازين على أعمدة الجيل كهربائياً فكانت مشابه لفصل كازين اللبن البقري إذا انفصل الكيزين إلى ثلاث مكونات وهي المكون ألفاس١ وهي أسرع المكونات ويشابه تماماً نظيره في اللبن البقري والمكون بيتا ويقع أسفل المكون السابق ويتكون من حزمة فردية مميزة . أما المكون الثالث فهو الجزء كابا ويظهر حزمة فردية بالقرب من نقطة الابتداء ولم يلاحظ على عامود الفصل الكازينات بطيئة الحركة .

ويلاحظ أن القدرة التنظيمية للـ pH للبن النوق أقل من مثيلتها للألبان الأخرى مثل الأبقار ويرجع ذلك لانخفاض نسبة البروتين والأملاح المنظمة في ألبان النوق عن مثيلتها في لبن الأبقار .

استخدام الحليب في صناعة الزبد :

تمت صناعة الزبد من ألبان النوق وذلك بفرز اللبن بعد تدفئته ثم أجريت عملية تعتيق للقشدة الناتجة والتي تم خضها باستخدام خضاض الزبد ثم أجريت عمليات الغسيل والتشكيل . وقد تم التحكيم على الزبد الناتج وكانت أهم الصفات هي .

شدة بياض لون الزبد وقد أظهرت الزبد قواماً شحمياً إلى حد ما أما النكهة فكانت عادية وقد ظهر الزبد جيداً .

أظهرت التحليلات الكيميائية انخفاض محتوى الزبد من الرطوبة حيث تراوحت بين ١١,٦٧% : ١٣,٩% بمتوسط ١٢,٦٥% وجد أيضاً أن متوسط نسبة الدهن ٨٦,٦٨% بمدى قدره ٨٥,١٦ - ٨٧,٧٧% وتراوحت نسبة الخثرة (الجوامد اللادهنية) بين٠,٥-٠,٩٤ بمتوسط قدره ٠,٦٧% .

أهمية لبن النوق :

١- ألبان طبيعية في تركيبها وتقترب في خواصها الطبيعية والكيميائية بدرجة كبيرة من ألبان الماعز والأبقار .

٢- صالحة للاستهلاك الآدمي في الشرب والتصنيع وأقل تكلفة فى إنتاجها حيث إن الحيوان لا يكلف كثيراً في تغذيته اعتماداً على المرعى الطبيعي .

٣- هو الغذاء الرئيسي لبدو الصحراء فهو يقوم بدور فعال في الوقاية من سوء التغذية فى هذه المناطق .

٤- غني بفيتامين ج وهي خاصية هامة في المناطق التي يندر فيها الخضر والفاكهة . كذلك يحتوي على فيتامين ب١٢ .

٥- هام جداً لتنمية العظام لاحتوائه على الكالسيوم والفوسفور بنسبة أعلى من الألبان الأخرى .

ملحوظة :

من أهم العوامل التي تغير في مكوناته من المواد المختلفة هي الماء ونوعية الأعلاف التي يحصل عليها كذلك التغيرات التي تحدث في المرعى .

الأهمية العلاجية للبن الجمال :

تناول لبن الجمال يحمي ويعالج الحساسية الغذائية لأنه يحتوي على بيتالاكتوجلوبين ويختلف عن لبن الأبقار في البيتاكازين وهذين المركبين لهما علاقة في الإصابة بحساسية الغذاء عند استعمال لبن الأبقار أو الجاموس أو الماعز .

ويستحسن استعمال لبن الجمال المجمد بعد إسالته ولا يعامل اللبن بالحرارة لأن الحرارة تقضى على الأمنيوجلوبيولينات والبروتين التي تحمي من

أمراض الحساسية . ويتميز لبن الجمال باحتوائه على نسبة دهن منخفضة ويكون دهنه في حالة متجانسة تماماً ويحتوي على أحماض عديدة التشبع - وهذا يعطي تكوين موحد ناعم أبيض المظهر - واللاكتوز في لبن الجمال يوجد غالباً بتركيز ٤,٨ وهو يمثل ميثابولزميا بسهولة في الجسم بواسطة الأشخاص الذين يعانون من مرض عدم تحمل اللاكتوز Lactose intolerance.

لبن الماعز

المقدمة :

يعتبر الماعز من عائلة الحيوانات المجترة ويتميز الماعز بالعديد من المزايا حيث أنه يميل بطبيعته للمعيشة بالمناطق الجبلية والصحراوية مما يشجع على إقامة العديد من المشروعات بالمناطق الصحراوية والمناطق الجديدة المستصلحة مثل : توشكي وكذلك قدرته التأقلمية على الجو الحار والمعتدل والبارد ، وأيضا مقدرته العالية على هضم المواد السليلوزية الأمر الذي يخفض تكاليف التغذية وهناك أنواع من الماعز المصرية (النوبي) تتميز بقدرتها العالية على إعطاء توائم مما يؤدي إلى زيادة رأس المال ، كما يمكن الاستفادة من منتجات الماعز والتي تشمل اللحم واللبن . وفي معظم الدول الأوربية وأمريكا يستخدم لبن الماعز في الاستهلاك المباشر وفي العديد من الصناعات اللبنية كالجبن والزبد والألبان المتخمرة وتتجه الدولة الآن لتشجيع تربية الماعز من أجل زيادة كمية اللبن المنتجة محليا لسد النقص من ألبان البقر والجاموس حيث وصلت نسبة ألبان الماعز بالنسبة لألبان الأبقار ١% لذلك تشجع الدولة تطوير مزارع الماعز وتطوير إنتاج ألبان الماعز ، ولذلك قمت بعرض أهم صفات الماعز والأعلاف المقدمة إليه وأهم الأمراض التي تصيب الماعز وكذلك فوائد لبن الماعز وبعض الصناعات القائمة على لبن الماعز .

الماعـــــــز

(التكاثر – الإنتاج – التغذية – الأمراض)

تنتمي الماعز إلى عائلة الحيوانات المجترة (Reuminant) ذات الظلف ويرجع أصل الماعز إلى المناطق الجبلية في قارة آسيا الصغرى ومنها انتشرت في مختلف دول العالم ساعدها على ذلك تأقلمها على المناخ الحار والبارد على السواء ، ومقدرتها على الرعي على مختلف النباتات الصحراوية الشوكية والأشجار والحشائش الجافة على عكس الضأن والأبقار .

تعيش الماعز في قطعان صغيرة أو كبيرة في السهول والصحاري والمرتفعات والمناطق الجبلية ويوجد معظمها في قارتي إفريقيا وآسيا .

وتعتبر الماعز من أوائل الحيوانات ذات الظلف التي تم استئناسها من قبل الإنسان ويرجع ذلك إلى ٧٠٠٠عام قبل الميلاد . يعتبر الماعز حيوان اقتصادي من الدرجة الأولى إذ أن تربيته لاتتطلب تكاليف كثيرة سواء بالنسبة إلى التغذية أو المسكن ، هذا وقد كان المستكشفون الأوائل يحتفظون بالماعز في السفن خلال رحلاتهم الطويلة في البحر لكي تزودهم بالحليب واللحوم . تختلف ألوان الماعز من الأبيض والأسود والبني كما يوجد خليط من هذه الألوان كنتيجة للتهجين بين السلالات المختلفة . وتستطيع الماعز أن تسلق وتقفز ويمكنها أن تقف على أرجلها الخلفية لترعى أوراق الشجر . وتتميز الماعز بالذكاء وتفضل العيش في شكل قطعان . تعيش الماعز عادة من ١٠-١٢ سنة وقد تصل أحيانا إلى عمر ١٥سنة .

يعتبر حليب الماعز ومنتجاته من أكثر المواد الغذائية استهلاكا في العالم بالمقارنة مع الحيوانات الأخرى ويمتاز بقلة الدهون وسهولة الهضم مع ارتفاع القيمة الغذائية .

تعتبر الماعز السويسرية الأولى في إنتاج الحليب في العالم ، يوجد حوالي ٢١٠نوع من الماعز في العالم وقد بلغ تعدادها حوالي ٤٥٠ مليون رأس في عام ٢٠٠١ . يبلغ انتاج الماعز سنويا من الحليب في العالم ما يقارب ٤,٥ مليون

طن وتعتبر الماعز السويسرية من أشهر الماعز في هذا المجال ، ويبلغ إنتاج العالم من اللحوم ما يقارب ٣,٥ مليون طن وتعتبر ماعز البوير الأفريقية الأصل والماعز الأسباني من أكثر الماعز شهرة في إنتاج اللحوم . وبالإضافة لهذا نجد ماعز الانجورا (ANGORA) التركي والماعز الكشميري (CASHMIRE) وماعز الدون (DON) الروسي يربيان من أجل إنتاج الألياف الناعمة التي تصنع منها المنسوجات والملابس الفاخرة التي تلائم الأجواء الباردة . ويستفاد من جلود الماعز في المناطق الريفية لصناعة الأوعية التي تستعمل لحفظ مياه الشرب وتبريدها وأيضا لخض الحليب لصناعة الزبد واللبن الرائب . ويستعمل شعرها في فتل الحبال لصناعة الخيام والسجاد عند البدو الذين يسكنون الصحراء .

تختلف الماعز في أحجامها كما تختلف في الغرض من تربيتها فنجد منها قد يبلغ طوله حوالي ١٨بوصة ووزنه حوالي ٢٠رطلا وكمثال على ذلك ماعز البيجمى (PYGMY) الإفريقي الأصل ومنها يبلغ حوالي ٤٢بوصة ووزنه ٢٥٠ رطلا مثل ماعز الصانين (SAANEN) السويسرية والماعز الانجلو نوبيان(ANGLONUBIAN) البريطانية وماعز الجامنباري (JAMNAPARI) الهندية . يكثر إنتاج التوأم في الماعز ، وقد تلد الماعز أيضا أكثر من ثلاثة مواليد في البطن الواحد .

* **إنتاج الحليب عند الماعز** :

يعتبر حليب الماعز من أجود أنواع الحليب للأطفال وكبار السن والمرضى فقد وجد أن تركيبته هي الأكثر قربا لحليب الأم بالإضافة لسهولة هضمه وذلك بفضل نوعية البروتينات الموجودة فيه ، وصغر حبيبات ما يحتويه من دهن متجانس خلافا لما يحتويه حليب الأبقار من دهون غير متجانسة صعبة الهضم وقد وجد أيضا أن حليب الماعز هو الأفضل للذين يعانون من قرحة المعدة وذلك بفضل قدرته على معادلة الأحماض الزائدة بالمعدة . وقد وجد أيضا أنه الأنسب لبعض الناس الذين يعانون من الحساسية تجاه حليب الأبقار

والذي يسبب لهم اضطرابات في الجهاز الهضمي أما بالنسبة لحليب الماعز فقد وجد أنه الأسهل هضما ولا يسبب استهلاكه هذا النوع من الأعراض .

صحة الماعز :

يعتبر الماعز من الحيوانات التي تمتلك قدرة كبيرة للتأقلم على العيش في معظم مناطق العالم ، وتمتلك أيضا القدرة على مقاومة الكثير من الأمراض . تتراوح درجة حرارة الماعز بين ١٠٢,٥-١٠٤°ف ، ومعدل دقات القلب من ٦٠-٨٠دقة في الدقيقة ، أما معدل التنفس فيتراوح بين ١٥-٣٠ نفس في الدقيقة .

وتتمثل علامات الصحة في الماعز والتي يجب أن تراعى من قبل المربين عند الشراء وهي : العيون البراقة لأن العيون الغائرة ربما تدل على الإصابة بمرض العين القرمزية ، والشعر الناعم واللامع لأن الشعر المجعد قد يدل على الإصابة بالطفيليات أما الخارجية مثل الجرب والقراع أو الداخلية مثل الديدان المعدية والمعوية أو الكبدية ومن علامات الصحة أيضا أن تكون الشهية مفتوحة لأن عدم الرغبة في الأكل قد تعني إصابة الحيوان بالحمى الناتجة عن الإصابة بالميكروبات .

الصفات الإنتاجية والتناسلية للماعز :

يعتبر الطلب على الطاقة والبروتين الحيواني من الحليب ومنتجاته واحد من العوامل الأساسية التي يمكن أن تؤخذ بعين الإعتبار خلال القرون الأخيرة لأن زيادة الطلب على انتاج الحليب لا يمكن معالجتها من زيادة تعداد الأبقار والجاموس بل بزيادة إجمالي الحليب بواسطة الحيوانات الأقل كلفة إقتصادية والأكثر مقاومة للجفاف والظروف القاسية من خلال تربية الماعز الذي يحتاج إلى علف ذو نوعية رديئة ولديه مقاومة عالية لبعض الأمراض البكتيرية ومستوى منخفض في طول فترة الولادة ويمكن زيادة انتاج الحليب من خلال تحسين الصفات الفسيولوجية والتشكيلية لسلالات

الماعز ذات الإنتاج المنخفض لأن الماعز ليس له القدرة على العيش في المناطق القاسية فحسب بل له القدرة على الإنتاج والتكاثر في تلك الظروف .

وفيما يلى بعض النقاط الهامة التى تتعلق بتواجد الماعز فى العالم :

١ - التعداد والتوزيع :

بلغ تعداد الماعز في الثمانينات ٤٦٠مليون رأس، ازداد إلى ٦٠٩,٥مليون رأس في التسعينات حيث حصلت زيادة كبيرة في آسيا ٠,٤٩%وإفريقيا ٠,١٤% جنوب أمريكا ٠,١٥% حيث يوجد ٣٦٣مليون رأس أو ٨٠% من المجموع الكلي للماعز في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية حيث شكل ٨٠% من المجموع الكلي في آسيا وأفريقيا عام ١٩٩١.

وتشير الدراسات بأن عدد الماعز في الأقطار العربية حسب إحصائيات عام ١٩٩٢ بلغت حوالي ٧٠ مليون رأس يتركز حوالي ٦٧% منها في السودان والصومال وموريتانيا واليمن .

وهذا ما يوضح مقدرة الماعز على العيش والتناسل والإنتاج تحت الظروف البيئية التي تتصف بها المنطقة .

٢- سلالات الماعز :-

هناك عدد كبير من سلالات الماعز في دول العالم أي أن هناك حوالي ٣٠٠سلالة من الماعز معظمها يوجد في الدول الإستوائية . والذي أكثرها لإنتاج اللحوم ، ويمكن تقسيم الماعز حسب الأسس التالية:

* **حسب الأصول** :

١- أوروبية (سانين - توجنبرج)

٢- شرقية (دمشقية - نوبية)

٣- افريقية (الغذمية غرب أفريقيا -الغذمية السودانية الجنوبية أو النيلية) .

٤- الأمريكية الجنوبية .

* **حسب نوع الإنتاج :-**

١- سلالة إنتلج الحليب وتشمل الماعز الشامي في سوريا والنوبي في السودان والواحات في المغرب وبيتال في الهند

٢- سلالات إنتاج اللحم وتشمل الماعز الأطلسي في المغرب والصحراوي في السودان .

٣- سلالات ثنائية الغرض وتشمل :

الماعز الجبلي الأسود في سوريا والأردن والعراق :

- حسب الحجم
- حسب شكل الأذن وطولها
- حسب الارتفاع عن الكتف وزن الجسم

١,٣- يعتبر الماعز أكثر خصوبة وأقصر فترة ولادة من الأغنام والأبقار بسبب الكفاءة التناسلية العالية لديها .

* عمر النضوج أول ولادة بعض السلالات تصل سن البلوغ بوقت مبكر يصل ٤-٦ شهور لكن النضوج الجنسي الكامل يصل ٦-٨ شهور في الإناث ٨-١٠ شهور في الذكور ومعدل العمر عند أول ولادة له علاقة بالسلالة والذي يتراوح ما بين ١٢-١٣ شهرا في أمريكا اللاتينية ٨-١١ شهرا في غرب إفريقيا ١٨-٢٠ شهرا في شرق إفريقيا ويختلف العمر عند الولادة الأولى نتيجة الاختلافات الوراثية بين السلالات ونظم الإنتاج السائدة ١٥ شهرا عند الماعز القزمي السوداني ١١ شهرا عند الماعز النوبي أو الصحراوي ٢٢-٢٦ شهرا عند سلالات الشامي والجبلي في الأردن .

الشبق ودورته دورة الشبق الاعتيادية في الماعز هي ١٨-٢٢ يوم تستمر لمدة٣٢-٤٨ ساعة ومعدل فترة الشبق هي ٢,٣ يوم طول الدور ٢٢,٤ يوم تحت الظروف الاستوائية وعلامات الشبق في الماعز أكثر وضوحا من الأغنام .

موسمية التناسل الماعز من الحيوانات متعددة دورات الشبق وقد تطول أو تقصر حسب عودة الأنثى إلى دورة الشبق بعد الولادة فإن السلالات ذات الخصوبة العالية تعود إلى الشبق في فترة قصيرة في حين نجد أن سلالات إنتاج الحليب قد تطول فيها هذه الفترة ـ في الظروف الاستوائية تحدث دورة الشبق طول أيام السنة ومن الممكن حدوث ولادتين في السنة أو على الأقل ثلاث ولادات في العامين بدلا من ولادة واحدة في العام - تحت الظروف المعتدلة فإن ٦٥% من سلالات الماعز تلد مرتين كل عام .

فترة الحمل :

تصل فترة الحمل ١٥٠يوما .

معدل الإنجاب :

تختلف سلالات الماعز بالنسبة لموسمية التناسل وتتباين فى عدد المواليد من ١,٢ في بعض السلالات إلى ٢,٢ في سلالات أخرى ومع استمرارية التناسل على مدار السنة فمن الممكن الوصول إلى أكثر من ثلاث ولادات كل عامين وكما وأن نسبة التوائم تختلف في ما بين السلالات فهي تتراوح بين ١١-٥٠% كما في الماعز الأطلسي المغربي إلى حوالي ١١% في ماعز الواحات في مصر فالماعز ذو معدل الإنجاب العالى وغالبا ما يكون خصبا وقدرته على الإنجاب لها علاقة مع معدل التبويض ونسبة الإخصاب ومعدل حيوية الأجنة والكفاءة التناسلية .

٤- إنتاج الحليب :-

إنتاج الحليب في السلالات المختلفة يتراوح ما بين ١كجم/يوم في سلالة البيتال الهندية والشامية والدمشقية ١,٥كجم/يوم في سلالة بورسفي جنوب أفريقيا ونيوى المصرية ٢كجم/يوم في بعض سلالات السانين ٩كجم/يوم في سلالة جامونابري الهندية والذي يصل إنتاجها من الحليب ١٤٣-١٠٣٥كجم/سنة وطول موسم الحليب من ٥٧-٣٠٠يوم .

ويعتبر إنتاج الحليب من الصفات التي تتميز بها سلالات الماعز وسبب التباين كمية إنتاج الحليب اليومي أو طول موسم الحليب .

٥- كفاءة إنتاج الحليب :-

الماعز له القدرة على استهلاك أقل ما يمكن من العلف مقارنة مع الأبقار والأغنام لإنتاج الحليب كما له القدرة على العيش في المناطق الصحراوية والجبلية والأماكن التي لا يمكن للحيوانات الأخرى العيش فيها .

٦- النفوق : -

تتراوح نسبة النفوق في المواليد وحتى الفطام بين ٥-٦% وتصل إلى ٢٩,٥% .

٧- تحديد عمر الماعز :-

يمكن تحديد العمر بواسطة الأسنان والأسنان تكون في الفك السفلي فقط بينما الضروس تكون في الفكين معا ويولد الماعز بثلاث أزواج من الأسنان اللبنية ويظهر الزوج الرابع عند ثلاث أسابيع من العمر وتدوم هذه الأسنان اللبنية حتى عمر ٨ شهور من بعد الولادة يبدل الزوج الأول الأمامي من عمر ١-٢ عام بأسنان تسمى الأسنان الدائمة والزوج الثاني في عمر ٢-٢,٥ عام والزوج الثالث في عمر ٣ أعوام والزوج الرابع في عمر ٤ أعوام وتأخذ هذه الأسنان في التآكل تدريجيا مع زيادة العمر بنفس الترتيب السابق .

٨- درجة حرارة جسم الماعز :

الماعز الصغير	٣١,٥ : ٣٨,٥
الماعز البالغ	٣٨,٥ : ٤٠,٥

٩- معدل النبض /دقيقة :

في الأعمار الصغيرة	٧٠ : ٨٠
في الأعمار الكبيرة	٥٥ : ٦٠

١٠- معدل التنفس /دقيقة :

في الأعمار الصغيرة	١٥ :١٨
في الأعمار البالغة	١٢ :١٥
في الأعمار الكبيرة	٩ : ١٢

١١- مدة الرضاعة :

في الإناث	٤-٨ اسابيع
في الذكور	١٢ اسبوع

١٢- وزن الذبيحة :

من إجمالي وزن الذبيحة	لحم ٩٦%
من إجمالي وزن الذبيحة	عظم ٣١%

١٣- الرعاية الصحية :

تعتبر الرعاية الصحية إحدى المقومات الضرورية لتحسين الكفاءة الإنتاجية للماعز فإن وجود كوادر بشرية متخصصة في أمراض الماعز يعتبر أهم عنصر لتقديم الرعاية الصحية ومن أهم المشاكل الصحية التي تصيب الماعز أمراض عديدة منها المعدية وغير المعدية كما أن بعضها تصيب الماعز وتنتقل منه إلى الإنسان ..

١٤- تحسين الكفاءة الإنتاجية :

وذلك من خلال :

- تحسين المحيط البيئي للحيوان .
- يمكن إجراء التحسين الغذائي عن طريق تغذية الماعز بطريقة صحيحة وسليمة تغطي احتياجات الماعز الغذائية (لا تحبذ أن تكون مصادر غذائها ثابتة بل متنوعا من خلال عمليات الرعي الانتقالى الانتقائى وللماعز القابلية على هضم المواد الغذائية أعلى من الأغنام والأبقار).

- **الاحتياجات الغذائية :**

ومن المهم أن يؤخذ بعين الاعتبار احتواء تغذية الماعز على مصادر الأملاح والفيتامينات لأنه هناك احتمال حدوث نقص أو تسمم من الأملاح المعدنية في المراعي الطبيعية مثل الكالسيوم والفوسفور والماغنسيوم أو النحاس واليود والكوبالت .

- **الرعاية :**

يجب الاهتمام برعاية الماعز لزيادة الكفاءة الإنتاجية لذا يجب حصر وتقييم مصادر الأعلاف وتركيز عملية الرعي عقب موسم الأمطار .

* **التحسين الوراثي** :

يتم من خلال طرق التحسين الوراثي الممكن وهي الانتخاب من خلال السلالة أو الخلط والتهجين بين السلالات .

١٥- تقنيات تحسين الكفاءة الإنتاجية :

١- التلقيح الاصطناعي
٢- نقل الأجنة
٣- الانتخاب
٤- زيادة تكرار الولادة في السنة
٥- الفطام المبكر
٦- نمط التغذية
٧- تقنيات الحلابة
٨- تسجيل الإنتاج

١٦- التوصيات والمقترحات :

١- إعادة النظر في دراسة أسباب تدني إنتاجية الماعز مثل هجرة الرعاة وترك معظم المربين لهذا المجال وعدم كفاءة عملية الرعي .

٢- تقليل نفوق المواليد من خلال دراسة أمراض الماعز وسعة انتشارها وتأثيرها على الإنتاج .

٣- الاهتمام بالتحسين الوراثي من خلال انتشار مراكز متخصصة لإنتاج التيوس المحسنة ذات الكفاءة الإنتاجية والتناسلية العالية .

٤- استخدام التقنيات الحديثة في تربية الماعز لرفع كفاءتها الإنتاجية للحليب برعاية الجهات الرسمية

٥- الاهتمام بالمراعي الطبيعية والعمل على حمايتها من انتشار المباني العشوائية بدون النظر إلى أهميتها كمراعي .

٦- دراسة المعوقات التي تحد من الكفاءة الإنتاجية للماعز وإزالتها .

الأمراض التي تصيب الماعز

مرض الكوكسيدا (Coccidiosis) :

طاعون المجترات مرض معدي يسببه فيروس يشبه الفيروس الذي يسبب طاعون الأبقار وينتقل الفيروس من الحيوان المريض إلى الحيوان السليم عن طريق الرذاذ الخارج من الأنف أو اللعاب من الفم . وتمتد فترة حضانة المرض من يومين إلى ستة أيام وبعدها تظهر الأعراض ، والتي تتمثل في ارتفاع شديد في درجة الحرارة وظهور التهابات تقرحية بالفم والأمعاء تتسبب في حدوث إسهال شديد ، ومن الأعراض أيضا حدوث التهاب رئوي حاد وخروج لعاب غزير من الفم وإفرازات صديدية من العيون والأنف . يصنف هذا المرض من بين الأوبئة الشديدة الخطورة وعادة ما يتسبب في حدوث نفوق في القطيع المصاب في النوع الحاد من المرض بعد ٤-٦ أيام من ظهور الأعراض والذي قد تصل نسبته إلى ٢٠% في بعض الأحيان . يشخص المرض بعزل الأجسام المضادة من الغدد الليمفاوية المستخرجة من الحيوانات الحديثة النفوق وبعزل الفيروس من مزرعة من خلايا الحيوان النافقة حديثا .

الحمى القلاعية (FOOT AND MOUTH DISEASE) :

وهو مرض فيروسي ينتقل عن طريق الهواء والأكل والماء الملوث بإفرازات الحيوان المريض وهو يتميز بالحمى ووجود البثور والقروح في فم الحيوان وخاصة على اللسان وأيضاً في ناحية الضرع وبين الأظلاف ومن أعراضه العرج عند المشي وسيلان اللعاب مع سيلان مادة رغوية من الفم . يتسبب هذا المرض في تقليل إنتاج الحليب وإرهاق الحيوان المصاب ولكنه قابل للشفاء بعد فترة قد تمتد إلى ٧ أيام من ظهور الأعراض . تتم الوقاية من هذا المرض بواسطة التطعيم باللقاح المناسب على فترات دورية ويجب احتواء اللقاح على العترات (السلالات) السائدة من الفيروس في المنطقة ويكون

هذا ضرورياً نسبة لوجود عدة أنواع من الفيروس لا توجد مناعة مشتركة بينها .

مرض الالتهاب الرئوي البلوري (C.C.P.P) :

هو مرض تسببه ميكروبات المايكوبلاسما وهو مرض معدٍ يصيب الجهاز التنفسي وخاصة الرئتين في الماعز ينتقل عن طريق الرذاذ من الحيوان المريض إلى السليم . يكثر حدوث المرض في فترة الشتاء حينما تضعف المقاومة في الماعز بفعل البرد . يظهر المرض في فترة حضانة تمتد بين ٦-١٠ أيام ويبدأ بارتفاع درجة الحرارة عند الحيوان المصاب وجود صعوبة في التنفس مغ الكحة وسيلان المخاط من الأنف ينتهي المرض بنفوق الحيوان المصاب في الحالات الحادة أما في الحالات المزمنة والتي توجد دائماً في المناطق التي يكون المرض مستوطنا فيها يتم الشفاء ويصبح الحيوان حاملاً للمرض . يعالج المرض بواسطة المضادات الحيوية ويمكن الوقاية منه باستعمال اللقاحات المناسبة وبعزل الحيوانات المرضية بعيد عن باقي القطيع .

مرض نظير السل (Johnes Diseaes) :

وهو مرض مزمن يصيب الأبقار والضأن والماعز ولا يوجد علاج شافي له . ينتقل المرض عن طريق الأكل والشرب الملوث بمخلفات الحيوانات المريضة في المزرعة وتسببه نوع من البكتريا تسمى (Mycobacterium tuberculosis) من نفس فصيلة البكتريا التي تسبب مرض السل . يصيب هذا المرض الجهاز الهضمي للماعز وتبدو الأعراض على شكل إسهال مزمن وهزال حيث لا تجدي المضادات الحيوية في علاجه وغالباً ما ينتهي بنفوق الحيوان المصاب . تتركز المقاومة لهذا المرض على التخلص من الحيوانات المريضة بالذبح مع تطهير الحظائر جيداً حيث أن جرثومة هذا المرض تبقى حية وقادرة على الإصابة لفترات طويلة قد تمتد إلى سنتين في الأماكن الرطبة.

التهاب الضرع (Mastitis) :

هو مرض يصيب الضرع ويتسبب عن الجراثيم التي تكون عالقة بأرضيات الحظائر أو من خلال عملية الحليب عندما تصل إلى داخل الضرع

من خلال فتحة الحلمة . من أعراضه تورم الضرع ويكون مؤلماً عند اللمس والتغير في لون الحليب من الأبيض إلى اللون الأحمر الفاتح مما يدل على اختلاط الحليب بالدم وكذلك التغير في تكوين الحليب الذي يصير إما كثيف لزج أو مائي مع تغير في الرائحة ، يتسبب التهاب الضرع في تلف الضرع إذا لم يعالج في وقت مبكر بتفريغ الضرع من محتوياته وحقنه داخلياً من خلال الحلمة بالمراهم التي تحتوي على المضادات الحيوية ومسحه من الخارج بدهان يحتوي على مطهرات ومضادات للالتهاب وللوقاية من هذا المرض يجب الاهتمام بنظافة الحظائر وغسل الأيدي قبل عملية الحلب .

جدري الماعز (GOAT POX) :

هو مرض معدي وبائي يصيب الماعز يسببه فيروس جدري الماعز (goat pox) من أهم أعراضه الامتناع عن الأكل وارتفاع درجة الحرارة وظهور إفرازات في العيون وظهور حبيبات حمراء على الجلد في المناطق الخالية من الصوف كأسفل الذيل وحول الوجه والعيون ، تتحول هذه الحبيبات إلى فقاعات ثم بثرات تغطيها القشور . يمكن الوقاية من هذا المرض بعدم إدخال حيوانات مصابة إلى حظائر الماعز أو الرعي في أماكن تضم حيوانات مصابة كما يعطي اللقاح ضد المرض وقاية كافية للحد من تفشي المرض .

مرض تعفن الظلف (FOOT ROT) :

وهو مرض معدي يصيب أظلاف الماعز ويتسبب في تعفن الظلف وتآكله وفي المرحلة الأخيرة انفصاله إذا بقى الحيوان من دون علاج مما يتسبب في إصابة الحيوان بالعرج . يمكن أن يصيب هذا المرض جميع أظلاف الحيوان فيمتنع عن السير والحركة فيصاب بسوء التغذية والهزال . من أعراض هذا المرض وجود تورم بين الأظلاف وحول الإكليل (مكان التقاء الظلف مع الجلد) ثم يتطور إلى قروح متقيحة مع صدور رائحة كريهة من مكان الإصابة . يتم علاج الحيوان المصاب باستعمال المطهرات القوية وتنظيف مكان الإصابة مع الحقن بالمضادات الحيوية .

مرض البيثار المعدي (ORF) :

وهو مرض يصيب الماعز والضأن ويتميز بظهور بثور مغطاة بقشور على الشفاه والأظلاف والضرع والمهبل وقد يتطور المرض فيصيب الأمعاء . يؤثر المرض على الحيوانات الصغيرة بمنعها عن الرضاعة نتيجة لالتهاب الفم مما يؤدي إلى إصابتها بالهزال ثم النفوق .

يتميز المرض بسرعة الانتشار في القطيع المصاب وتنتقل العدوى عن طريق الأكل والشرب ويظل الفيروس حياً في القشور الناتجة عن الإصابة لمدة قد تصل إلى عدة شهور وذلك لقدرته على تحمل الجفاف مما يشكل مصدراً لإصابة العديد من الحيوانات المخالطة .

للوقاية من المرض يجب عزل الحيوانات المريضة في مكان بعيد عن باقي القطيع ومعالجتها بالمضادات الحيوية لمنع الالتهابات الثانوية . كما يجب تنظيف الحظائر وأواني الأكل والشرب وتعقيمها بالمطهرات . وكذلك يجب عدم إدخال حيوانات مصابة وخلطها مع الحيوانات السليمة .

التهاب الأمعاء (GASTROENTRITIS) :

وهو مرض معدي تسببه جراثيم (Colstiridum Welchi Type B) وينتقل من ضرع الأمهات المصابة إلى المواليد أثناء الرضاعة مما يتسبب في حدوث إسهال مدمم ذو رائحة كريهة أو أعراض عصبية يتبعها رقاد على الأرض ثم ينتهي بنفوق الحيوان المصاب خلال يوم أو يومين من بداية ظهور المرض وتصل نسبة النفوق من هذا المرض إلى ٨٠% وقد يحدث أحياناً نفوق للحيوان المصاب دون ظهور أي أعراض . يصاب بالمرض عادة الوليد من عمر يوم إلى عمر شهر واحد وتكون أغلب الحالات في موسم الولادة .

للوقاية من هذا المرض يجب نظافة ضرع الأمهات قبل الرضاعة والمحافظة على نظافة الحظائر مع عزل الحيوانات المريضة ومعالجتها والتخلص من المواليد النافقة بالدفن أو الحرق .

الجرب (MANGE) :

يتسبب هذا المرض من طفيليات صغيرة تنتمي إلى فصيلة الحشرات تنتقل بواسطة الاحتكاك مع حيوان آخر مصاب أو أرضية وجدران الحظائر التي تضم حيوانات مريضة تسبب طفيليات الجرب حكة شديدة وتهيج في الجلد مما يدفع الحيوان فيحك جلده في الجدران أو الأشجار في المرعى أو المزرعة فيتساقط شعر الجلد ويصاب بالقروح والتسلخات التي تلتهب في بعض الأحيان مخلفة ورائها قشور سمكية . يمتنع الحيوان عن الأكل إذا كانت الإصابة بالغة ويهزل ويصبح عرضة للإصابة بالأمراض . يمكن الوقاية من هذا المرض بعزل الحيوانات المريضة في أماكن خاصة عن بقية القطيع مع قص الشعر ومعالجتها بمضادات الجرب الفعالة عن طريق الحقن تحت الجلد مع المعالجة الموضعية للجلد بالمطهرات التي تحتوي على مادة الكبريت بعد إزالة القشور .

مرض نغف الجروح (MYIASIS) :

وهو مرض تسببه يرقات ذبابة الدودة الحلزونية (Screw – Worm Fly) تضع الذبابة بيضها على الجروح التي تحدث في جلد الحيوان وغالباً ما تكون في منطقة الرأس وتحت الذيل أما في المواليد فتحدث الإصابة في منطقة الحبل السري . يفقس البيض وتخرج اليرقات التي تبدأ في الحفر والغذاء على لحم الحيوان المصاب . في الإصابات البالغة يفقد الحيوان المصاب قابليته على الأكل وتظهر عليه أعراض الحمى والضعف وربما ينفق خاصة إذا كانت الإصابة في منطقة حساسة . تتم الوقاية من هذا المرض بنظافة الحظائر ورشها من حين إلى آخر بواسطة المبيدات الحشرية وبتجنب تلوث الجروح في الماعز وذلك بإزالة المخلفات من المزارع وبوجوب نظافة الحيوان جيداً خاصة بعد الولادة لإزالة آثار الدماء التي تتسبب في جذب الذبابة . يتم العلاج بواسطة المبيدات الحشرية .

أمراض الفطريات : (FUNGAL DISEASES) :

يعتبر مرض القوباء من الأمراض المنتشرة بين الماعز وهو مرض تسببه الفطريات وينتشر في المناخ الرطب بكثرة . تكون الإصابة في أي جزء من جسم الحيوان وتكون على شكل حلقة من الشعر محاطة بمنطقة على شكل دائرة خالية من الشعر وعندما تهمل بدون علاج فهي تتسع وتصير أكبر . يعتبر مرض القراع مرضاً معدياً ينتقل بواسطة الاحتكاك بين الحيوانات المريضة والسليمة . يجب أن يزال الشعر من الجزء المصاب وتغسل المنطقة المصابة بمطهر وتجفف ثم تمسح بمضادات القراع . يجب أن يكرر هذا العلاج يومياً لفترة أسبوعين حتى يتمكن من الشفاء الكامل .

الإصابة بالقمل (LICE) :

يوجد نوعان من القمل النوع الذي يمتص الدم والنوع الذي يعض ويسبب النوع الذي يمتص الدم فقر الدم في الحيوان المصاب مما يؤدي إلى الضعف والهزال وقلة الإنتاج . تتم المعالجة برش الحيوانات المصابة بالمبيدات الحشرية عن طريق الرش أو التغطيس .

مرض النفاخ (BLOAT) :

يعتبر النفاخ من الأمراض الخطيرة التي إذا لم تعالج يمكن أن تؤدي إلى نفوق الحيوان المصاب . يحدث المرض في الماعز التي تأكل كمية كبيرة من الحبوب كالشعير والذرة أو تآكل الحشيش البقولية مثل البرسيم إذا كانت غضة أو ندية .

ويعتبر ايضاً التغير المفاجئ في نوعية العلف المقدم للحيوان بغير تدرج من العوامل المسببة للنفاخ وقد ثبت حديثاً أن نقص مادة المغنسيوم والبوتاسيوم في العليقة يمكن أن تؤدي أيضاً للنفاخ .

يوجد نوعان من النفاخ النوع الغازي (Gassy Bloat) والنوع الرغوي (Frothy Bloat) وتسبب الحبوب النوع الغازي من النفاخ بينما تسبب البقوليات مثل البرسيم النوع الرغوي ومن أعراض النفاخ امتلاء الكرش

بالغازات وانتفاخها في الجانب الأيسر من البطن ورقاء الحيوان على الأرض في الحالات الشديدة . يعالج الحيوان المصاب بمضادات النفاخ والزيوت المعدنية ودلك البطن في منطقة الكرش وإجبار الحيوان على المشي ويساعد ذلك على التخلص من الغازات عن طريق الفم أو الشرج .

بعد زوال النفاخ يمكن إعطاء الحيوان الماء الدافئ مذاب فيه كربونات الصوديوم وفي بعض الحالات التي لا يستجيب فيها الحيوان للعلاج بالدواء يمكن استعمال المبذل لإحداث فتحة صغيرة في الكرش للتخلص من الغاز .

أمراض القراد :

تصاب الماعز بالقراد والذي يؤثر سلباً على الحيوان من الناحية الصحية ويقلل من كمية الإنتاج وتوجد أنواع كثيرة من القراد تسبب كلها الضرر للحيوان . يتغذى القراد البالغ واليرقات على دم الحيوان المصاب ويصاب الحيوان بفقر الدم وضعف المقاومة وقلة الإنتاج مثل أمراض طفيليات الدم ومن أهمها مرض البابيسيا (Babesiosis) والثايلريا (Theerliosis) والانبلاسما (Anaplasmosis) وأيضاً أمراض الفيروسات مثل مرض حمى القراد .

تتم مكافحة القراد بواسطة المبيدات الحشرية المناسبة ويتم ذلك عن طريق الرش أو التغطيس ويجب أن تكون المبيدات المستعملة في المكافحة مأمونة بالنسبة للإنسان وللحيوان وذات فعالية في إبادة القراد .

أنواع الأعلاف التي تقدم للماعز

تنقسم الأعلاف إلى أعلاف خشنة وأعلاف خضراء وأعلاف مركزة .

الأعلاف الخشنة :

للحركة والعمليات الأساسية الضرورية للجسم والعناصر الضرورية اللازمة لعمليات الإنتاج مثل تكوين الحليب وإنتاج اللحوم والمواليد يتكون الغذاء عامة من المواد الكاربوهيدراتية والمواد الروتينية والمواد الدهنية والأملاح والفيتامينات بدرجات متفاوتة حسب نوع الغذاء .

التبن :

التبن هو ما يتخلف من زراعة النباتات النجيلية والبقولية مثل تبن القمح وتبن الشعير وتبن الفول وتبن البرسيم يحتوى التبن على نسبة عالية من الألياف والقليل من المواد البروتينية والنشوية وهو يخلط مع العليقة لإعطائها الحجم المناسب وللمساعدة في عملية الهضم وتحريك المعدة . وعادة يقدم التبن مع الأعلاف الخضراء كالبرسيم أو مع نخالة القمح أو الذرة وكسب الفول أو السمسم .

يفقد التبن الطعم والرائحة بفعل التخزين ويختلف من حيث قيمته الاقتصادية ويعتبر تبن الشعير أكثر في القيمة الغذائية من تبن القمح وأكثر استساغاً منه وعامة يشترط ألا تزيد نسبة الرطوبة في التبن عن ١٠% .

الدريس :

ويعتبر دريس البرسيم من أهم مواد العلف الجافة التي تقدم في فصل الصيف وذلك لانعدام الأعلاف الخضراء في تلك الفترة ويحتوي دريس البرسيم على ١٤% من البروتين و ٢٤% ألياف و٨% بروتين مهضوم وأملاح معدنية .

الأعلاف الخضراء :

تشمل البرسيم والحشائش الحقلية والبرية وتشكل هذه الأعلاف المصدر الرئيسي للفيتامينات والأملاح والمركبات البروتينية وتستعمل الأعلاف الخضراء كعلف رئيسي لإنتاج الحليب في الماشية وفي مشاريع التسمين .

الأعلاف المركزة :

تنقسم هذه المجموعة إلى : أعلاف تحتوي على بروتين قليل ومواد نشوية كبيرة مثل الحبوب كالذرة والشعير وأعلاف تحتوي على نسبة عالية ونسبة متوسطة من المواد النشوية مثل كسب الفول السوداني والقطن والسمسم ونخالة القمح والأرز .

الحبوب :

تحتوي الحبوب على نسبة عالية من المواد النشوية وقليلة من البروتين والدهون والألياف ويعتبر الذرة الشامي من الحبوب الممتازة لتغذية التسمين ولكن تقديمها بكميات كبيرة يؤثر على سيولة الزبدة في الحليب . ويعتبر الشعير أعلى في نسبة البروتين من الذرة ولكنه أقل في نسبة المواد النشوية ولذلك يعتبر الأمثل لتغذية الحيوانات الصغيرة كالعجول والماعز والأغنام . يجب أن تجرش حبوب الشعير قبل تقديمه كعلف نخالة القمح .

تعتبر نخالة القمح :

من أحسن مواد العلف وقيمتها الغذائية مرتفعة وتصلح المواشي الحليب والحيوانات الصغيرة النامية كالعجول والغنم والماعز وتوجد بها نسبة عالية من فيتامين B والفوسفور ألا أنها فقيرة في الكالسيوم لذلك يجب تعويض النقص بإعطائها مع دريس البرسيم وتتراوح نسبة البروتين بها من ١٠-١٢%

كسب القطن والسمسم :

يعتبر كسب القطن من أرخص هذه الأنواع ولكنه فقير في فيتامين A والكالسيوم (Calcium) ويمكن أن يقدم معه دريس البرسيم لسد النقص . أما كسب السمسم فيعتبر من الأغذية الشهية والغنية بالعناصر الغذائية والبروتين والسهل الهضم وهو غني بالأملاح المعدنية خاصة الكالسيوم والفوسفور (Phosphorus) وصالح لتغذية جميع أنواع الحيوانات ويجب أن يعطى الكسب بكميات معقولة حتى لا يتسبب في اضطراب عملية الهضم وتتوفر المواد البروتينية أيضاً في نخالة الأزر والشعير والقمح .

سلالات الماعز

سلالات الماعز المنتجة للحليب (Milk Goats) :

يوجد من الماعز أكثر من ٦٠ نوعاً وتتميز معظمها بالإنتاج الوفير من الحليب وذلك لما تملكه من خصائص وراثية في إنتاج الحليب وما تملكه من كفاءة في تحويل ما تتناوله من غذاء إلى حليب . وتتميز الماعز المنتجة للحليب

على حسب معدل الإنتاج اليومي من الحليب وطول فترة الحلابـة (Lactation Period) ومن أشهر أنواع الماعز داخل هذه المجموعة نجد الأنواع التالية :

ماعز السانين (Saanen) :

تتميز باللون الأبيض والحجم الكبير وتوجـد بقـرون أو بـدون قـرون وله آذان منتصبة متجهة للأمام وشعر قصير . وتعتـبر سويـسرا هـي موطنـها الأصلي ولكنها انتشرت في مختلف بلـدان العـالم لـشهرتها في إنتـاج الحليـب . يزن المولود من هذه الماعز من ٣-٥ كجم عند الـولادة ويبلـغ وزنـه في عمـر سنة حوالي ٣٥-٤٥ كجم إما الأمهات البالغة فيصل وزنها من ٥٠-٧٠كجـم والذكور ٧٥-١٠٠ كجم وتصل نسبة إنتاج التوأم فيها إلى ١٨-٢٥ % . يبلغ متوسط إنتاجها من الحليب ٨٠٠ لتر في الموسم مع نسبة دهون حـوالي ٣% ، هذا وقد سجلت ماعز الـسانين في أسـتراليا أعلـى معـدل لإنتـاج الحليـب في العالم .

التوجنبرج (Toggenburg) :

تتميز مـاعز التـوجنبرج بـاللون الـبني مـع خطـوط بيـضاء في الوجـه والأذنين والأرجل ولها أنف مستقيم وبقرون أو دون قرون وشعر قصير مـع آذان منتصبة . يرجع أصلها إلى سويسرا ولكنـها تـربى علـى نطـاق واسـع في الولايات المتحدة وهـي أقـل في الطـول والـوزن مـن الـسانين وتمتـاز بإنتـاج الحليب طيلة السنة في المناخ الاستوائي والبارد . تزن الأمهات حوالي ٤٥-٥٠ كجم والذكور حوالي ٦٠-٧٠ كجم ويبلغ متوسط إنتاج الحليـب لهـذا النـوع من الماعز حوالي ٦٠٠ لتر وقد يصل في بعض الأحيان إلى حـوالي ١٠٠٠ لتـر في الموسم .

الماعز الأنجلونوبيان (Anglonubian) :

وهو ماعز هجين تم انتخابه في إنجلترا بتهجين الماعز المحلي مـع المـاعز النوبي (Nubian) والماعز الهندي جامنبارى (Jamnapari) وهو يوجد بعدة ألوان مثل الأحمر والأبيض الأسود والبني ويتميز بأنف روماني وآذان طوُيلة متدليـة وقرون لولبية أو من دون قرون وشعر قصير وبينما يقارب الماعز النوبي ماعز

السانين في الطول إلا أنه أقل منه في إنتاج الحليب رغم أن حليبه أعلى في نسبة الدهون . يتميز هذا النوع بالأداء العالي في المناطق الحارة ويمكن للأنثى أن تلد ثلاثة مواليد في المرة الواحدة ولكن مع هذا يقل أداؤه فى المناطق الباردة . ينتشر هذا النوع بأعداد كبيرة في الولايات المتحدة وكندا .

ماعز اللامانشا (Lamancha Goat) :

يتفاوت حجمها بين المتوسط والكبير وقد تم إنتاجها في الولايات المتحدة من ماعز ذات أصول إسبانية وتتميز بتعدد الألوان ولها آذان قصيرة جداً يبلغ طولها أقل من ٢ بوصة . تتميز بإنتاجية عالية من الحليب بمتوسط نسبة دهن ٤,٢% .

الماعز الجبلي (Mountain Goat) :

يعتبر الماعز الجبلي من الحيوانات ثنائية الغرض فهو يربي للحليب واللحم ويستعمل شعره في صناعة الخيام التي يستعملها البدو ، ويشكل هذا النوع من الماعز حوالي ٨٥% من الماعز الموجودة في المناطق الصحراوية بمنطقة الشرق الأوسط . يتميز بأنف مستقيم وآذان طويلة متدلية واللون السائد له هو الأسود له قرون مائلة إلى الخلف في الإناث أما في الذكور فهي طويلة وغليظة مائلة إلى الخلف والإمام بشكل حلزوني . تزن الأنثى حوالي ٣٠-٣٥ كجم والذكور من ٤٠-٦٠ كجم ويبلغ إنتاجه من الحليب من ١٥٠-٢٥٠ كجم سنويا بنسبة دهن ٤% وتلد الإناث مرة واحدة في العام ويتراوح عدد المواليد في البطن الواحد من ١-٣ مولود ولكن نسبة التوأم فيها قليلة مقارنة بالماعز الشامي .

الماعز الشامي :

يعتبر الماعز الشامي من أقدم العروق العالمية المنتجة للحليب وهو يربى في سوريا حيث تتوفر المراعي الخصبة والأعلاف الخضراء . يمتاز باللون الأصفر وله شعر طويل ناعم يغلب عليه اللون الأحمر أو البني وله جبهة محدبة وأنف محدب ورأسه خالي من القرون ويمتاز بوجود زوائد لحمية تحت الرقبة قد يبلغ طولها إلى ٨سم وله آذان طويلة وعريضة وضرع كبير . ويبلغ

متوسط الوزن للأنثى البالغة من ٣٠-٤٠ كجم وللذكر من ٤٥-٦٠ كجم . تلد الأنثى في عمر ما بين ١٢-٢٤ شهراً والفترة بين الولادتين تتراوح بين ١٢-١٦ شهرا ويتميز بنسبة توأم مرتفعة مقارنة بالماعز الجبلي ويتراوح عدد المواليد في البطن الواحدة من ١-٣ . يقدر متوسط إنتاجها من الحليب بحوالي ٤٠٠-٥٠٠ لتر في الموسم وذلك حسب ظروف المرعى .

الماعز الزرايبي :

تعتبر من أقدم وأشهر أنواع الماعز وموطنها الأصلي هو مصدر العليا وبلاد الحبشة وتتميز بأنف مقوسة مائلة إلى الجنب وباللون الأشقر الداكن أو البني المبقع بالأبيض كما يوجد منها اللون الأسود والأبيض . ويشتهر هذا الماعز بإنتاجيته العالية من الحليب بمتوسط إنتاج يومي يتراوح بين ٣-٤ كجم من الحليب ويتراوح إنتاجها بين ١٥٠-٣٠٠كجم من الحليب في الموسم وقد يصل إلى ٥٠٠ كجم في بعض الأفراد وتكثر تربية هذا النوع من الماعز في مصر حيث تنتشر تربيته في المدن والأرياف لإنتاج الحليب .

إنتاج اللحوم من الماعز :

يستهلك حوالي ٨٠% من سكان العالم لحوم الماعز . ودائماً تفضل لحوم الماعز الصغيرة في السن والتي غالباً ما يتم خصيها في الستة أسابيع الأولى بعد الولادة وذلك لتفادي ظهور الرائحة المميزة للماعز والغير مرغوب فيها من قبل المستهلك . تتميز لحوم الماعز عن غيرها من اللحوم بأنها تحتوي على نسبة أقل من الدهون والكولسترول وبذلك فهي تصلح للبعض من الذين يعانون من أمراض الشرايين وضغط الدم . تذبح الماعز من أجل اللحوم في فترات عمرية مختلفة حسب رغبة المستهلك وحسب طريقة الطبخ التي يفضلها المستهلك . فمنها ما يذبح في عمر ٣-٦ أشهر وهذا في حالة الماعز الكبيرة الوزن ومنها ما يذبح في عمر ٦-١٢ شهراً وفي كلا الفئتين تكون اللحوم جيدة ومفضلة من قبل المستهلك وتصلح للطبخ والشواء . أما الماعز التي تبلغ من العمر ٣-٤ سنوات فإن لحومها غير مرغوبة من قبل

المستهلك ومع ذلك فهي تصلح كلحوم مفرومة تستعمل لأغراض الطبخ المناسبة . تستعمل جلود الماعز في الصناعات الجلدية الرقيقة التي تتطلب جلود ملونة مثل الحقائب اليدوية وأغلفة الكتب وصناعة الأثاث والأحذية الرقيقة والملابس الشتوية . أما في المناطق الريفية في بعض دول العالم فيستفاد من جلود الماعز لعمل أوعية لحمل الماء وتبريدها في الجو الحار أو لسحب المياه من الآبار وأوعية لخض الحليب لتصنيع اللبن الرائب والزبد .

ماعز البوير (Boer) :

وطنه الأصلي هو جنوب إفريقيا وقد انتشر في عدة أماكن من العالم خاصة الولايات المتحدة . تمتاز بشعر قصير أبيض مع بقع حمراء في منطقة الرأس والرقبة . وهي تمتاز بالمقاومة العالية للأمراض والتأقلم على عدة مناخات ومناطق في العالم وتتميز أيضاً بسرعة النمو وضخامة الحجم وسرعة بلوغ سن النضج وارتفاع نسبة الخصوبة هذا بالإضافة على المقدرة في استمرارية الإنجاب لفترة قد تمتد إلى عشر سنوات . يبلغ وزن الإناث من حوالي ٦٠ كجم بينما يبلغ وزن الذكور ٩٠ كجم ويبلغ نسبة التصافي للحوم من ٤٠-٥٢٪ ، للوزن الحي . ويحقق الجديان متوسط زيادة يومية في الوزن تبلغ ٠,٩٤ رطل عندما يغذي على العلف المركز و ٠,٤-٠,٦ رطل في اليوم عندما يربى في المرعى .

ماعز البيجمي (Pygmy) :

وهي ماعز قزمية تتميز بضخامة العضلات والأرجل القصيرة ويرجع أصلها إلى غرب إفريقيا ولكنها انتشرت في دول الكاريبي ودول أمريكا الشمالية . وتربى في غرب إفريقيا أساساً لإنتاج اللحم وهي متأقلمة على المناخ الرطب وتتميز بالقدرة على التناسل طوال السنة وتنتج توأم في أغلب الأحيان . هذا بالإضافة إلى ترتيبها في الولايات المتحدة للاستعراض وكحيوان أليف .

الماعز الأسباني (Spanish Goat) :

ماعز أسبانية الأصل وانتشرت في الولايات المتحدة عن طريق المكسيك وهي تربى في ولاية تكساس كماعز منتجة للحم . تتميز بحجم متوسط وألوان متعددة وبضرع صغير وعضلات مكتنزة لها المقدرة على الحياة في المراعي الفقيرة ولا تتأثر بتغير المناخ ولا تتطلب الكثير من الرعاية وهي يمكن أن تلد في أي وقت خلال السنة .

سلالات الماعز المنتجة للصوف (Mohair Goats) :

ماعز الأنجورا (Angora) :

يتميز ماعز الانجورا (Angora) بلون أبيض وحجم متوسط ويمتلك قرون منحنية للخلف وأنف مستقيم أو منحني وآذان متدلية وله لحية . يتميز هذا النوع بشعر حريري طويل ملتوي جميل الشكل يسمى الموهير (Mohair) يستعمل في صناعة الملابس الشتوية الفاخرة ويصنع معظم إنتاجه في بريطانيا وإيطاليا . يربى هذا النوع في مدينة أنقرة بتركيا ومنه أخذ اسمه من موطنه الأصلي فهو الشرق الأدنى في جبال الهملايا في قارة آسيا ومنها انتشر في كثير من دول العالم وخاصة الولايات المتحدة وجنوب إفريقيا . يتميز هذا النوع بإنتاج الوبر الذي يشبه الحرير ويبلغ طول الخصلة منه ما يقارب ١٥-٢٤ سم وتجز مرتين في العام . تنتج الإناث من ٣-٤ كجم من الوبر في العام بينما تنتج الذكور من ٦-٨ كجم وبالإضافة إلى الوبر فإن إنتاج هذه الماعز من الحليب يصل إلى ١٨٠-٢٠٠ لتر في العام بنسبة دسم ٤% إما نسبة التوأم فتبلغ ٢٠% .

الماعز الكشميرى (Cashmire Goat) :

يرجع تاريخ الماعز الكشميري إلى عهود الرومان وموطنه الأصلي هو مرتفعات الهملايا في الصين ويتميز بالقرون الطويلة واللون الأبض . يتميز الماعز الكشميري بنوعين من الصوف هما الصوف الخارجي الطويل والوبر الداخلي الناعم الذي ينمو في منتصف فصل الصيف حتى بداية فصل الشتاء

وذلك لحماية الماعز من البرد القارس أما في فصل الربيع عندما يبدأ الوبر في التساقط ويتم الحصول على الوبر أما بجز الشعر في القطعان الكبيرة أو تمشيط الشعر في القطعان الصغيرة للحصول على ألياف الكشمير ويحدث ذلك مرة واحدة في العام . يعطي الماعز البالغ بين ٣-٨ أوقيات من الصوف في الجزة الواحدة والتي يشكل الوبر الناعم منها حوالي ٦٠% يغسل الوبر بعد جمعه لتنقيته من الشوائب ثم ينظف ويلون ويغزل بواسطة الآلات قبل أن يرسل إلى المصانع وتقاس جودة الألياف حسب نعومة الملمس وطول الألياف وحجمها . تنتج الصين حوالي ٦٠% من إنتاج الكشمير في العالم ويتوزع الباقي بين تركيا وأفغانستان وإيران والعراق وإقليم كشمير واستراليا ونيوزلندا وقد دخلت صناعة الكشمير في الولايات المتحدة حديثاً في عام ١٩٩٠ وذلك بعد أن قامت باستيراد الماعز الكشميرية من استراليا ونيوزيلندا . يستعمل الكشمير في صناعة الملابس الشتوية الفاخرة كالسترات والشالات والجوارب وملابس الأطفال ويتميز بالنعومة والدفء .

تركيب لبن الماعز :-

الدهن :-

محتوى لبن الماعز من الدهن أعلى من اللبن البقرى جدول (٣٨) ولكن تركيز الأحماض الدهنية المشبعة لا يختلف عن الموجود فى اللبن البقرى والاختلاف بين الماعز واللبن البقرى يكون فى توزيع الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة ، ويحتوى لبن الماعز على نسبة أعلى من حمض الكابريك والكابرليك والكابرويك وزيادة هذه الأحماض هى المسئولة عن خواص نكهة لبن الماعز .

وحجم حبيبة الدهن فى لبن الماعز أصغر من اللبن البقرى . ولا توجد مادة الأجلوتنين فى لبن الماعز ولذلك فهو بطئ فى تكوين طبقة القشدة .

البروتين :-

نسبة البروتين فى لبن الماعز تشابه نسبته فى اللبن البقرى . ولكن تركيب بروتين لبن الماعز يختلف عن اللبن البقرى ولذلك فهو يستعمل فى تغذية مرضى حساسية بروتين اللبن البقرى .

اللاكتوز :-

كمية اللاكتوز فى لبن الماعز أقل من اللبن البقرى المعادن محتوى المعادن فى لبن الماعز مرتفع عن اللبن البقرى . فهو يحتوى ١٣٪ زيادة فى الكالسيوم ولكن نسبة الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم مماثلة لنسبتهم فى اللبن البقرى - ولكن تتشابه تركيزات المعادن النادرة فى لبن الماعز واللبن البقرى .

جدول (٤١) متوسط تركيب لبن الماعز والغنم والبقر والإنسان . (مقدرة على أساس ١٠٠جم من اللبن والمتوسط محسوب لأربعة سلالات) .

	Ewes	Goats	Cows	Human
Solids, total, %	19.30	12.97		12.50
Energy, kcal	108	69		70
KJ	451	288		291
Protein, total, %	5.98	3.56		1.03
Lipids, total, %	7.00	4.14		4.38
Carbohydrates,%	5.36	4.45		6.89
Ash, %	0.96	0.82		0.20
Ca, mg	193	134		32
Fe, mg	0.10	0.05		0.03
Mg, mg	18	14		3
P, mg	158	111		14
K, mg	136	204		51
Na, mg	44	50		17
Zn, mg	—	0.30		0.17
Ascorbic acid, mg	4.16	1.29		5.00
Thiamin, mg	0.065	0.048		0.014
Riboflavin, mg	0.355	0.138		0.036
Niacin, mg	0.417	0.277		0.177
Pantothenic acid, mg	0.407	0.310		0.223
Vitamin B6, mg	—	0.046		0.011
Folacin, mcg	—	1		5
Vitamin B6, mg	0.711	0.065		0.045
Vitamin A, RE	42	56		64
IU	147	185		241
Saturated FA, g	4.60	2.67		2.01
C4 : 0, g	0.20	0.13		—
C6 : 0, g	0.14	0.09		—
C8 : 0, g	0.14	0.10		—
C10 : 0, g	0.40	0.26		0.06
C12 : 0, g	0.24	0.12		0.26
C14 : 0, g	0.66	0.32		0.32
MCT total (C6 – C14), g	1.58	0.89		0.64
C16 : 0, g	1.62	0.91		0.92
C18 : 0, g	0.90	0.44		0.29
Monounsat. FA, g	1.72	1.11		1.66
C16 : 1, g	0.31	0.08		0.13

	Ewes	Goats	Cows	Human
C18 : 1, g	1.56	0.98	0.84	1.48
C20 : 1, g	—	—	trace	0.04
C22 : 1, g	—	—	trace	trace
Polyunsat. FA, g	0.31	0.15	0.12	0.50
C18 : 2. g	0.18	0.11	0.08	0.37
C18 : 3. g	0.13	0.04	0.05	0.05
C18 : 4. g			trace	
C20 : 4. g			trace	0.03
C20 : 5. g			trace	trace
C22 : 5. g			trace	trace
C22 : 6. g			trace	trace
Cholesterol, mg		11	14	14
Phytosterol, mg			trace	
Tryptophan, g	0.084	0.044	0.046	0.017
Threonine, g	0.268	0.163	0.149	0.046
Isoleucine, g	0.338	0.207	0.199	0.056
Leucine, g	0.587	0.314	0.322	0.095
Lysine, g	0.513	0.290	0.261	0.068
Methionine, g	0.155	0.080	0.083	0.021
Cystine, g	0.035	0.046	0.030	0.019
Phenylalanine, g	0.284	0.155	0.159	0.046
Tyrosine, g	0.281	0.179	0.159	0.053
Valine, g	0.448	0.240	0.220	0.063
Arginine, g	0.198	0.119	0.119	0.043
Histidine, g	0.167	0.089	0.089	0.023
Alanine, g	0.269	0.118	0.113	0.036
Aspartic acid, g	0.328	0.210	0.250	0.082
Glutamic acid, g	1.019	0.626	0.689	0.168
Glycine, g	0.041	0.050	0.070	0.026
Proline, g		0.368	0.319	0.082
Serine, g	0.492	0.181	0.179	0.043

فوائد اللبن :

قال تعالى واصفاً ما في جنة الخلد : ﴿ مَثَلُ الْجَنَّةِ الَّتِي وُعِدَ الْمُتَّقُونَ فِيهَا أَنْهَارٌ مِنْ مَاءٍ غَيْرِ آسِنٍ وَأَنْهَارٌ مِنْ لَبَنٍ لَمْ يَتَغَيَّرْ طَعْمُهُ ﴾ [سورة محمد : الآية ١٥]

وقال تعالى : ﴿ وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً نُسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهِ مِنْ بَيْنِ فَرْثٍ وَدَمٍ لَبَنًا خَالِصًا سَائِغًا لِلشَّارِبِينَ ﴾ [سورة النحل : الآية ٦٦] .

عن ابن عباس رضي الله عنهما أن النبي ﷺ قال : « من أطعمه الله طعاماً فليقل : اللهم بارك لنا فيه وأطعمنا خيراً منها ، ومن سقاه الله لبناً فليقل : اللهم بارك لنا فيه وزدنا منه فإنه ليس يجزئ من الطعام والشراب إلا اللبن » وفي رواية « فإني لا أعلم ما يجزئ من الطعام والشراب إلا اللبن » [رواه أبوداود ابن ماجة والترمذي وقال : حديث حسن] وعن ابن عباس رضي الله عنهما أن النبي ﷺ شرب لبناً ثم دعا بماء فتمضمض وقال : إن له دسماً . [رواه البخاري ومسلم] .

وفي رواية مسلم لحديث الإسراء والمعارج عن أنس رضي الله عنه أن رسول الله ﷺ قال : « ... فجاءني جبريل بإناء من الخمر وإناء من لبن فاخترت اللبن ، فقال جبريل : اخترت الفطرة ... ».

قال ابن القيم : وأجود ما يكون اللبن حين يحلب ، وأجوده ما اشتد بياضه ولذ طعمه وكان فيه حلاوة يسيرة ودسومة معتدلة ، وهو محمود يولد دماً جيداً ويرطب البدن اليابس ويغذو غذاءً حسناً ، وينفع من الوسواس والغم . وإذا شرب مع العسل نقي القروح الباطنة من الأخلاط العفنة . والحليب يتدارك ضرر الجماع ، ويوافق الصدر والرئة وهو جيد لأصحاب السل . وهو أنفع المشروبات للبدن لما اجتمع فيه من التغذية والدموية وموافقته للفطرة الأصلية .

ويتابع ابن القيم فيصف لبن الضأن بأنه أغلظ الألبان وأرطبها وفيه من الدسومة ما ليس في لبن الماعز والبقر وينبغي أن يشرب مع الماء ، ولبن الماعز لطيف معتدل مطلق للبطن نافع من قروح الحلق والسعال اليابس

ونفث الدم ، أما لبن فيغدو البدن ويخصبه ويطلق البطن باعتدال وهو من أعدل الألبان وأفضلها ، بين لبن الضأن والماعز في الرقة والغلظ والدسم .

أما لبن اللقاح أو الإبل فيصفه الإسرائيلي بأنه : أرق الألبان وأكثرها مائية وأقلها غذاء فلذلك صار أقواها على تلطيف الفضول وإطلاق البطن وتفتيح السدد . كما وصفه ابن سينا بأنه : دواء نافع لما فيه من الجلاء برفق . ووصفه الرازي بأنه : يشفي أوجاع الكبد وفساد المزاج .

فاللبن الحليب هو الغذاء الأول للإنسان منذ ولادته والذي به وحده يترعرع البدن وينمو الجسم ، ويؤكد علماء التغذية اليوم أن اللبن هو الغذاء الوحيد الكامل الذي يمكن للإنسان أن يعتمد عليه وحده في التغذية إذ يحتوي على جميع المركبات الأساسية الضرورية للجسم ، فهو يشتمل على البروتين اللازم لتركيب خلايا البدن وتكاثرها وعلى الفيتامينات الهامة وخاصة " ج وب1 " "وب2" وب ب " و " أ " و " د " ، وعلى عناصر الحرارة والطاقة اللازمة للحياة والموجودة في سكرياته والمواد الدهنية الدسم التي يحويها والأملاح المعدنية وأهمها الكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والكبريت والمنجنيز والفوسفور والحديد والتي توجد بمقادير متوازنة ومعتدلة مع الفيتامينلازمة . ودسم اللبن توجد فيه على هيئة حبيبات صغيرة في شكل مستحلب .

وقد ذكر لنا النبي صلى الله عليه وسلم " إن له دسماً " في وقت لم يكن الطب قد عرف محتويات اللبن ولا قدر نفعه ومزاياه كما أن توكيد الطب الحديث أن اللبن غذاء كامل وحيد من نوعه ، يعفرنا بالمعجزة النبوية الصارخة " فإني لا أعلم ما يجزي من الطعام والشراب إلا اللبن " .

ويؤكد الدكتور حامد غزالي ملاحظات العلماء على أن الذين يتعاطون اللبن بمقادير كبيرة تميزوا بقوة أجسامهم وأنهم يعمرون أكثر من غيرهم ، وهم على تحصيل العلم كانوا أقدر من الذين حرموا أنفسهم من اللبن . ويؤكد مشاهدته لبعض المعمرين في الحجاز ممن بلغوا من العمر فوق

المائة من السنين ، وكان غذاؤهم اللبن صرفا ، ولا يأكلون اللحم في الشهر مرة ، وهم يتمتعون بصحة ونشاط يغبطهم عليها أمثالنا ، وينصح الأطباء كل إنسان بتناول نصف لتر من اللبن يوميا . كما نقل الدكتور الغوابي أبحاثا حديثة عن استخراج مركب جديد لعلاج الحروق يحتوي على كازين اللبن مضافا إليها بعض المواد الأخرى . التي تكون قشرة على سطح الحروق والجروح تؤدي إلى سرعة التئامها . كما ينقل بحثا طريفا وجد فيه أن شرب اللبن يمنع الإصابة بداء الملاريا . ويقوم البحث علىعدوى الفئران بطفيل الملاريا ، فوجد أن هذا الطفيل لا ينمو ولا يتطور إذا كان غذاء الفئران مقتصرا على اللبن . وتبين بنتيجة البحث أن اللبن تنقصه مادة ضرورية لنمو الطفيل هي حمض بارا أمينوبنزوئيك ، فإذا أضيفت هذه المادة إلى الحليب وغذيت بها الفئران بعد حقنها بالطفيل نما وتطور وأصيبت الفئران بالمرض . وهذا يجعلنا والكلام للغوابي – نعيد النظر في مسالة عدم عدوى الأطفال الرضع بالملاريا حيث كنا نظن أن سبب ذلك وراثتهم مناعة من أمهاتهم ، لكن البحث أوضح أن السبب هو اقتصارهم في تغذيتهم على اللبن الذي أخرجه الله بقدرته لبنا خالصا سائغا للشاربين .

لبن الماعز : لطيف معتدل ، مطلق للبطن ، مرطب للبدن اليابس ، نافع من قروح الحلق، والسعال اليابس ، ونفث الدم .

واللبن المطلق أنفع المشروبات للبدن الإنساني لما اجتمع فيه من التغذية والدموية ، ولاعتياده حال الطفولية ، وموافقته للفطرة الأصيلة ، وفي الصحيحين :" أن رسول الله ﷺ أتى ليلة أسري به بقدح من خمر ، وقدح من لبن ، فنظر إليهما ، ثم أخذ اللبن ، فقالجبريل : الحمد لله الذي هداك للفطرة ، لو أخذت الخمر ، غوت أمتك " . والحامض منه بطيء الإستمراء ، خام الخلط ، والمعدة الحارة تهضمه وتنتفع به .

يتركب حليب الماعز من الماء ٨٧,٦%والجوامد ١٢,٤% عبارة عن (الدهون ٣,٨%- اللاكتوز ٤,٤% - البروتين ٣,٤% - الأملاح ٠,٨%)

وحليب الماعز أبيض سهل الهضم ، وجيد غذائيا للأطفال خاصة الذين لديهم حساسية لحليب الأبقار بسبب صغر الحبيبات الدهنية ، وكون تركيب البروتين فيه سهل الهضم . كما اكتسب حليب الماعز دعاية طبية لخلوه من ميكروب السل ، ولفعله الملين ، وملاءمته للمرضى الذين يعانون من أمراض الربو Asthma والصداع النصفي Migraine ، ويعتقد أن له أهمية في علاج الكيتوزز Ketosis وأمراض الكبد ، ويتميز بارتفاع محتواه من الفوسفور وفيتامين ب ١ . كما أشيع عن أضراره في حالة استخدام حليب غير مبستر من حيوانات مصابة - كحامل لمرض الإجهاض المعدي (البروسيلا أو الحمى المالطية) وحمى البحر الأبيض المتوسط، ومرض فقر الدم (الأنيميا) .

طرق الاستفادة من حليب الماعز : تقليديا يتم شرب الحليب مباشرة بعد غليه ، أو يصنع منه اللبن الخض (أو الصميل) ، واللبن الزبادي ، أو يصنع منه السمن البلدي ، أو الجبن .

الصناعة الحديثة يتم تصنيع حليب الماعز المنتج في المشاريع الحديثة أو الحليب المجمع من جمعيات تعاونية إلى عدة منتجات ذات قيمة غذائية واقتصادية عالية أهمها :

* إنتاج الحليب المبستر : حيث أمكن بسترة الحليب وتسويقه بشكل طازج
*إنتاج الحليب المعقم طويل الأجل : حيث يتم تعقيم الحليب بطريقة UHT لتوفير حليب طويل الحفظ يمكن تناوله خلال ٦ شهور

بعض المنتجات التي تقوم على لبن الماعز :

١- الجبن .
٢- الزبد .
٣- الألبان المتخمرة .
٤- تصنيع اليوغورت .



المراجع العربية

* أ.د/ إبراهيم سالم الحجراوي
اللبن السائل ومعاملاته
* أ.د/ ابراهيم سالم الحجراوي
كيمياء الالبان
* أ.د/ إبراهيم سالم الحجرواي
الألبان وتحليلها
* أ.د/ إبراهيم سالم الحجراوي ، أ.د/ أمين إسماعيل
أ.د/ سمير أبو دنيا ، أ.د/ عبد المنعم وهبة
أ.د/ أحمد يوسف ، أ.د/ فاطمة سلامة
مباديء تكنولوجيا الألبان
* د/ إبراهيم محمد رشيدي إبراهيم
رسالة دكتوراه - جامعة عين شمس
* أ.د/ جمال الدين محمد الصادق
أ.د/ سعد الدين خلف الله
أ.د/ عبده السيد شحاتة
اختبارات وتصنيع اللبن ومنتجاته
* أ.د/جمال الدين محمد الصادق ، أ.د/ عبده شحاته
المعاملات الحرارية للبن السائل
* أ.د/ سعد الدين الراكشى
ميكروبيولوجيا اللبن ومنتجاته (تطبيقات)
* أ.د/سعد الدين الراكشي
ميكروبات اللبن ومنتجاته (أساسيات)
* أ.د/ جمال الدين محمد صادق
أ.د/ عبده السيد شحاته
معاملات اللبن السائل

* أ.د/ ماهر احمد نور

أساسيات علوم الألبان

* القوانين والقرارات الخاصة بالألبان ومنتجاتها

المواصفات الدولية للألبان ومنتجاتها

الجهات المشتركة في عمل هذه المواصفات

معامل وزارة الصحة

كلية الزراعة / جامعة القاهرة

شركة مصر للألبان

الرقابة الصناعية

* أ٠د/ نبيل محمد مهنا (٢٠٠٢)

التصنيع والخواص الوظيفية لبروتينات اللبن

* موقع (مركز الإمارات للمعلومات الزراعية)

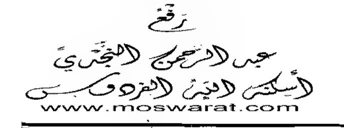
(الماعز - صحة الماعز- الصفات الإنتاجية والتناسلية للماعز - الأمراض التي تصيب الماعز - أنواع الأعلاف التي تقدم للماعز - سلالات الماعز المنتجة للبن - سلالات الماعز المنتجة للحم - سلالات الماعز المنتجة للصوف)

* موقع (WWW.Ashaab.net)

أ.د/ أحمد ماهر أحمد

أ.د/ جمال السيد عمارة

- (فوائد اللبن - بعض المنتجات التي تقوم على لبن الماعز)



المراجع الأجنبية

References

Bartsch, B.D (1981). Influence of milking in intervail and feeding strategy on the composition of milk and milk fat. J. Dairy tech mol 36,26.

Brunner, J.R. (1976). Characterization of edible fluids of animal origin. Milk in ((Food Chemistry)) Fennema, O.R. (Editor) Marcel Dekker, Inc. New York.

Brunner J.R. (1977) Milk proteins in ((Food Proteins)). Whitaker, J.R. and tannenbaum, S.R. (Editors), The AVI Publ. Co, Inc. west porf. Conn.

Christensen M.I.E and Lisbeth Mun ksgaard (1989): Quantitative Fractionation of Casein by precipitation or ion-exchange chromatography. Milchwissen Schaft 44(8) 480-484.

Davies, D. T., and J.R. Law. 1977. An improved method for the quantitative Fractionation of casein mixture using ion-exchange chromatography. J. Dairy Res. 44:213.

Doepel, L.g Parcheco, D., kennelly, J.J, Hanigan, I.F. lopez, and H. lapierre (2004) milk protein synthesis as a function of amino and supply. J. Dairy Sci 87:1279-1297.

El Negoumy, A.M. 1968. Starch gel electrophoresis of products of action of crystalline rennin on caseins and its components. J. Dairy Sci 51:1013.

Farrell, H.M., Brown, E.M., Cooke P.H, tunicke, M.H., wickham, E.D and unruh, J.J.(2002) Molten Globule structures in milk proteins. Implications for potential new structure – Function relationships J. Dairy. Sci 2002 85:459-471.

Fox, P.F. (1995). Advanced Dairy chemistry, lipids – second Edition.

Fox, P.F. and PLH Mc Sweeney (1998) Dairy chemistry and Biochemistry. Blackie Academic and professional.

Fox, P.F and Scsweeney, M.C. (2003). Advanced dairy chemistry volume 1: proteins., third edition, part A & B.

Goff, H.D and A.R. Hill (1993). Chemistry and physics. I N Y .H Hui(ed). Dairy Science and technology Hand book Vol 1: Principles and properties. P.P. 1-82. VCH publishers, New York.

Grufferty M., N and Fox, P.F (1985). Effect of added Nacl on Some Physiochemical properties of milk Ir. J. Fd. Sci. Technol, 911.

Mui, Y.H (1993). Dairy Science and technology Hand book Vol 1. Principles and properties. VCH (Chap. 1 Dairy chemistry and physics.

Itoh, T., and J. thomasow. 1971. Action of rennet and other milk – clotting enzymes on casein fractions. Milch wissenchaft 26:671.

Jelen, P. (1992). Whey chese and beverages. In whey and lactose processing – 45 ed- J.G. Zadow E/ Sevier Applied Science Publishers, London PP. 157-193 (1992).

Jelen, P. and Le Maguer, M. (1976). Feasibility evaluation of cheese whey processing in small Plants. J.'Dairy Sci., 59, 1347-52.

Johns, J.E.M. and Ennis, B.M. (1981). The effect of the replacement of calcium with sodium lons in acid whey on (lie functional properties of whey protein concentrate. N/I Dairy Sci Technol, 16. 79-86.

Kanamori, M., N. Kawaguchi, F. Ibuki, and H. Doi, (1980) Attachment sites of carbohydrate moicties to peptide chain of bovine K-Casein from normal milk. Agric. Boil. Chem. 44:855.

Kinsella, J. E. Proteins from whey : Factors affecting functional behavior and uses. In New Dairy products via new Technology FID-IDF -6 PP. 87 (1985).

Kirchgessner, M., Friesecke, H. and Koch, G. (1967) Nutrition and the composition of milk. Crosby lock – wood &c son ltd. London.

Kobayashi, H., I. Kusakabe, S. Yokoyama. And K. Murakami. (1985). Substrte specificity of the milk. Clotting enzyme from Irpex iacteus on K-casein and B-casein. Agrie. Boil. Chem. 49:1621.

Kontopidis, G., holt, C, and Sawger, L. (2004). Invited Review. B Lacto globulin. Binding properties, structure and Function. J. Dairy Sci, 2004 87: 785 – 796.

Kosikowski, F.V.(1977). Cheese and Fermented Milk Foods.

Edwards Bros., Ann Arbor, Milch., PP 367-73, 188-94, 203-8., Kosikowski. F. V. (1979). Whey utilization and whey powders. J. Dairy Sci., 62, 114b-60.

Lara, F. Villoslada, Olivares, M. and Xaus, J. (2005).

The Balance between Casein and whey proteins in cow's milk determines its allergenicity. J. Dairy Sci. 2005 88:1654 – 1660.

Larsson, K and S. Friberg, eds (1990) Food Emulsions. 2n Edn. Marcel Dekker, INC., NY.

Livney, Y.D., Schwan, A.L, and Dalgleish, D.G.(2004). A Study of B. casein tertiary structure by intermolecular, cross linking. and Mass spectrometry J. Dairy Sci 2004 87:3638:3697.

Liu, C, Erickson, A.K and Henning D.R. (2005).

Distribution and carbohydrate structures of high Molecular Weight glyco proteins, muc1 and Mucx, in Bovine milk. J. Dairy Sci, 88 : 2488-4294.

Mercier, J.C., B. Ribadeau-Dumas, and F. Groscmide. (1973). Amino acid composition and sequence of bovine K-casein. Neth. Milk Dairy J. 27:313.

Michalski, M.C., Cariou, R, Mickel, F. and Garmier, G., (2002) Native VS. Damaged milk fat globules membrane properties. Affect the Viscoelasticity of milk gels J. Dairy. Sci 2002 85: 2451-2461.

Mickenzie, H.A., and wake. R.G. (1961). An Improved method for the isolation of K. casein. Biochinet Biophys Acta. 47:240-242.

Mulvilhill, D.M. (1989). Casein and caseinates. Manufacture in ((Development in Dairy chemistry. 4. Functional. Milk protens)), Ed, P.F. Fox PP. 97-124. Applied scenic. London.

Paquet P. D., and C. Alais. (1978). Action de protease fongiques sur la caseine bovine et ses constituents Milchwissenschaft 33:87.

Sano, H, Egashira, T., Kinekawa, Y. and Kitabatake N., (2005). Impacts of the source and amount of crude protein on the intestinal supply of Nitrogen Fractions and Performances of Dairy Cows. J. Dairy Sci 2005 88: E22-37E.

Tan, J.J., and J.R. Whitaker. (1972). Rate and extents of hydrolysis of several caseins by pepsin rennin. Endotnia parasitica protease and Mucor pusillus protease. J. Dairy Sci 55: 1523.

Tran, V. D., and B. C. Baker. (1970). Casein. IX carbohydrate moiety of K-casein. J. Dairy Sci 53:1009.

Wake, R.G.(1949). Casein. V. the action of Remin on casein. Austration J. Biol. Sci., 12:479.

Walstra, P. (1990) on the Stability of Casein micelles. J. Dairy Sci 73:1965-1979.

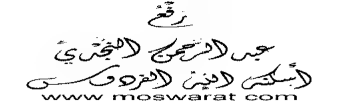
Walstra, P., T.J.Geurts, A. Noomen, A.Jelema, and M.A.J.S van Boekel (1999). Dairy Technology (principles of milk properties and processes) Marcel Dekker, INC.

Walstra, P. and R. Jeenness. 1984. Dairy chemistry and physic. John wiley and sonss, New York.

Wiking, L, Nielsen, J.H, Bavius, A.K, Edvardsson, A. and Svennersten K. Sjaunja (2006) Impact of Milking Frequencies on the level of free fatty acids in milk, fat Globule size and fatty acids composition J, Dairy. Sci 2006:89:1004-1009.

Wong, N.P., R. Jenness, M. Keeney, and E.H. Marth (eds) (1988). Fund amentals of Dairy chemistry, 3rd edit Van Nostrand Reinhold, New York.

Zihle, C.A., and J.H. Custer. (1963). Purification and some of the properties of casein and K-casein J. Dairy Sci. 45:1183.



الفهرس



رفع
عبد الرحمن النجدي
أسكنه الله الفردوس
www.moswarat.com


ISBN : 978-9960-8005-9-2

